Postverlagsort Würzburg 2

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

BEGRÜNDET VON A. BERLINER UND C. THESING

UNTER BESONDERER MITWIRKUNG VON

ERICH v. HOLST

HERAUSGEGEBEN VON

ERNST LAMLA

BEIRAT:

J. BARTELS · E. BEDERKE · H. BROCKMANN · P. TEN BRUGGENCATE · C. W. CORRENS · H. v. FICKER
R. GRAMMEL · O. HAHN · R. HARDER · M. HARTMANN · W. HEISENBERG · K. HENKE · A. KÜHN
M. v. LAUE · H. MARTIUS · R. W. POHL · H. REIN

ORGAN DER MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN
ORGAN DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

38. JAHRGANG **HEFT 15** (ERSTES AUGUSTHEFT) **1951**

INHALT:

AUFSÄTZE. Seite

HEISENBERG, W., Arnold Sommerfeld 337
KOCH, A., K. OFFHAUS, I. SCHWARZ und J. BANDIER, Symbioseforschung und Medizin 339
PIERANTONI, U., Die physiologische Symbiose der Termiten mit Flagellaten und Bakterien 346

KURZE ORIGINALMITTEILUNGEN.

Über die Beobachtung einer hellen Randeruption. Von R. MÜLLER 348
Über die Abspaltung von Toluol bei der Dehydrierung des 9-Benzyl-desoxy-berberins mit Palladium. Von W. AWE, O. HERTEL und H. KETTELS 349
Darstellung von radioaktivem Diäthyl-p-nitrophenyl-monothiophosphat und Beispiele seiner biologischen Anwendung. Von S. LOCKAU, M. LÜDICKE, F. WEYGAND 350
Photosynthese bei geringen CO_2-Partialdrucken. Von K. EGLE 350
Die Bestimmung der therapeutischen Breite von Arzneimitteln. Von N. BROCK und F. J. GEKS 351
Untersuchungen über Wachstum und Stoffwechsel von Bakterien mit Radioisotopen. II. Mitteilung. Die ^{32}P-Aufnahme von B. coli-Kulturen unter der Einwirkung bakteriostatischer und antibiotischer Substanzen. Von J. HILLER, H. SPIELMANN, E. STRAUSS und A. JAKOB 353
Untersuchungen über Antibiotika aus höheren Pflanzen. II. Mitteilung. Von A. G. WINTER und L. WILLEKE 354
Elektronenmikroskopische Untersuchung des Kartoffel-X-Virus. Von E. KÖHLER und O. BODE 355
Zur Kinetik der durch fluoreszierende Farbstoffe photosensibilisierten Reaktion mit molekularem Sauerstoff. Von G. O. SCHENCK und K. KINKEL 355
Endoperoxyde der Norcaradienreihe. Von G. O. SCHENCK und H. ZIEGLER 356
Die Sauerstoffaufnahme, Kohlendioxydabgabe und Wärmebildung von mit Diphtherietoxin intoxifizierten Meerschweinchen. Von H. HÖLLER und H. EIBL 357

BESPRECHUNGEN.

W. WEIZEL, Lehrbuch der Theoretischen Physik. (Ref.: F. SAUTER) 357
V. E. COSSLETT, Biography of Electron Microscopy. (Ref.: H. KÖNIG) 358
P. KARRER and E. JUCKER, Carotenoids. (Ref.: H. H. INHOFFEN) 358
L. J. GLUSTSCHENKO, Die vegetative Hybridisation von Pflanzen. (Ref.: KUCKUCK) 358
E. SCHMID, Vegetationskarte der Schweiz. (Ref.: F. FIRBAS) 359
J. F. DANIELLI, Cell Physiology and Pharmacology. (Ref.: R. WEIGMANN) 359
A. LEMBKE, Mikroben in der Milch. (Ref.: A. RIPPEL-BALDES) 360
R. KRÄUSEL, Die paläobotanischen Untersuchungsmethoden. (Ref.: ZIMMERMANN) 360
Staub. Heft 22. (Ref.: CORRENS) 360

Einführung in die Mineralogie

(Kristallographie und Petrologie)

Von

Dr. phil. **Carl W. Correns**

o. ö. Professor der Mineralogie und Petrographie an der Universität Göttingen

Mit 405 Textabbildungen und 1 Tafel. VIII, 414 Seiten. 1949. DM 38.—; Ganzleinen DM 41.60

Inhaltsübersicht:

I. Teil. Kristallographie: 1. Kristallmathematik. — 2. Kristallchemie. — 3. Kristallphysik. — 4. Kristallwachstum und -auflösung. — **II. Teil. Petrologie:** 5. Einige physikalisch-chemische Grundlagen. — 6. Die magmatische Gesteinsbildung. — 7. Verwitterung und Mineralbildung im Boden. — 8. Die sedimentäre Gesteinsbildung. — 9. Die metamorphe Gesteinsbildung. — 10. Geochemische Ergänzungen. — **III. Teil. Anhang:** Sach- und Autorenverzeichnis.

Aus den Besprechungen:

„. . . Das Buch von C. W. Correns bringt einen sehr eingehenden Überblick über das weite Fachgebiet, nicht durch Vermehrung, sondern unter wesentlicher Verminderung der dazu gewöhnlich erforderlichen Seitenzahl und erreicht dieses Ziel nicht durch Vereinfachung des Inhalts, sondern im Gegenteil durch Vertiefung des Stoffes unter straffer Fassung der exakten Zusammenhänge. Dabei ist trotz der räumlichen Beschränkung eine ziemlich vollständige Übersicht gegeben. *„Zeitschrift für physikalische Chemie"*

„. . . Prof. Correns has covered such a vast range of topics—from structural parts of crystals to geospheres—that his book provides an excellent introduction not only to mineralogy as such but to crystallography, petrology and to geochemistry if this be considered in its widest sense. For a work of such compass and erudition the book is quite compact, and it is this compactness combined with the excellent arrangement of the material which makes it so useful." *„Acta Crystallographica"*

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

erscheinen zweimal monatlich. Bestellungen nimmt jede Buchhandlung, in den Westzonen auch jedes Postamt entgegen. Preis vierteljährlich 12.— DM, für das einzelne Heft 2.50 DM, zuzüglich Postgebühren. Die Mitglieder der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte erhalten die Zeitschrift bei direktem Bezug vom Verlag im Abonnement mit einem Nachlaß von 20%.

Nachdruck: Der Verlag behält sich das ausschließliche Recht der Vervielfältigung und Verbreitung aller in dieser Zeitschrift zum Abdruck gelangenden Beiträge sowie ihrer Verwendung für fremdsprachige Ausgaben vor.

Sonderdrucke: Den Verfassern von Originalbeiträgen und Kurzen Originalmitteilungen stehen 75 Exemplare kostenfrei zur Verfügung.

Anzeigen werden von der Anzeigenabteilung des Verlages (Berlin W 35, Reichpietschufer 20 [Britischer Sektor], Tel. 249251) angenommen. Die Preise wolle man unter Angabe der Größe und des Platzes erfragen.

Vertriebs-Vertretung im Ausland:

Lange, Maxwell & Springer Ltd., 41—45 Neal Street, London, W. C. 2

Springer-Verlag

Berlin · Göttingen · Heidelberg

Redaktionelle Hinweise.

I. Allgemeines.

1. Bei der Einsendung von Manuskripten an „Die Naturwissenschaften" bittet die Redaktion die Herren Autoren, stets im Auge zu behalten, daß die Zeitschrift in erster Linie den Wünschen und Interessen des weiten Kreises ihrer Leser zu dienen hat und daß daher ihnen gegenüber Sonderwünsche der Herren Autoren in bezug auf Inhalt, Form und Umfang ihrer Veröffentlichung zurücktreten müssen, falls die Redaktion dies für erforderlich hält.

2. Vor allem bittet die Redaktion, von der Einsendung von Aufsätzen Abstand zu nehmen, die nur für einen eng begrenzten Leserkreis verständlich und von Interesse sind und die daher in einer Fachzeitschrift ihren richtigen Platz haben. Ausnahmen bilden knapp gefaßte Schilderungen der Ergebnisse eben fertiggestellter Arbeiten; für diese ist die Rubrik „KOM" („Kurze Originalmitteilungen") vorgesehen. Wegen Platzmangels sind allerdings auch hier gewisse Einschränkungen nötig. In bezug auf den Inhalt: Angenommen werden können nur wirklich wichtige Arbeiten (z. B. keine bloßen Analogiearbeiten). In bezug auf den Umfang: Im Durchschnitt kann für eine einzelne KOM nur der Raum einer Spalte (etwa 1000 Silben) zur Verfügung gestellt werden.

3. Die KOM erscheinen „unter ausschließlicher Verantwortung des Autors". Eine wissenschaftlich-kritische Stellungnahme der Herausgeber zu ihrem Inhalt erfolgt nicht. Die Redaktion prüft lediglich, ob ein genügendes Allgemein-Interesse vorliegt.

4. „Kurze Originalmitteilungen" aus dem englischen und französischen Sprachgebiet können in der Originalsprache veröffentlicht werden.

II. Spezielle Hinweise.

Alle Sendungen und Zuschriften sind zu richten an:

Redaktion der Naturwissenschaften,
(20b) Göttingen, Theaterplatz 10, Fernsprecher 3371.

In sämtlichen Fällen erhalten die Autoren eine Bestätigung über das Eintreffen von Manuskripten sowie über deren Annahme oder Ablehnung. In den Aufsätzen sind seltene und nur einem kleinen Leserkreis verständliche Fachausdrücke nach Möglichkeit zu vermeiden oder in einer Fußnote kurz zu erläutern. Literaturzitate sind fortlaufend zu numerieren; die angeführten Arbeiten werden dann in einem Literaturverzeichnis am Schluß der Arbeit zusammengestellt. Bei Erläuterung des Textes durch Figuren ist überflüssiger Aufwand zu vermeiden. Figurenvorlagen für Strichätzungen sind so sorgfältig herzustellen, daß nach ihnen ohne weitere Rückfragen Reinzeichnungen angefertigt werden können. Diese werden zur Zeitersparnis den Autoren im allgemeinen nicht vorgelegt, sondern seitens der Redaktion kontrolliert.

Photographische Abbildungen (Autotypien) können gebracht werden, soweit sachlich erforderlich. In vielen Fällen läßt sich jedoch das Wesentliche durch eine (leichter reproduzierbare) Zeichnung ebensogut zeigen.

Korrekturen.

Die Autoren der Aufsätze, Berichte und Buchbesprechungen erhalten eine Fahnenkorrektur, deren umgehende Erledigung und Rücksendung erbeten wird.

Bei den KOM wird zur Beschleunigung des Erscheinens die Korrektur von Text und Abbildungen von der Redaktion besorgt, soweit nicht der Autor bei Einsendung des Manuskriptes ausdrücklich den Wunsch äußert, diese Arbeit selbst vorzunehmen. Bei KOM ohne Figuren soll hierdurch das Erscheinen innerhalb 4 Wochen nach Eingang bei der Redaktion ermöglicht werden.

Besprechungsexemplare.

Es wird gebeten, von der unverlangten Zusendung von Büchern, besonders kleineren Broschüren und Zeitschriften-Heften, abzusehen und zunächst eine Anfrage an die Redaktion zu richten, die dann von sich aus Exemplare anfordern wird. — Für die Rückgabe unverlangter Sendungen kann keine Gewähr übernommen werden.

Statistische Urteilsbildung

Erläutert an Beispielen aus Medizin und Biologie

Von

Dozent Dr. phil. habil. **H. Gebelein**
Landshut (Bayern)

und

Dr. med. **H.-J. Heite**
wissenschaftl. Assistent an der Univ.-Hautklinik Münster

Mit einem Geleitwort von Professor Dr. med. **C. Moncorps**
Direktor der Hautklinik der Westfälischen Landesuniversität Münster

Mit 50 Textabbildungen und 20 Beispielen. XVI, 192 Seiten. 1951. DM 15.60

Inhaltsübersicht:

Geleitwort — Vorwort — Literaturhinweise — Inhaltsverzeichnis — Verzeichnis der Beispiele — Bezeichnungen und Abkürzungen — Das griechische Alphabet — Einleitung. — **I. Bearbeitung einer Beobachtungsreihe für ein ganzzahliges Merkmal. — II. Behandlung einer kurzen Beobachtungsreihe mit stetigem Merkmal. — III. Aufbereitung umfangreicheren statistischen Materials mit stetigem Merkmal. — IV. Normalverteilungen. — V. Die normierte Gaußsche Verteilung. — VI. Normalverteilungen zweiter Art. — VII. Zwei Anwendungen der gleitenden Durchschnitte. — VIII. Korrelation zweier Beobachtungsreihen. — IX. Korrelation zwischen drei Beobachtungsreihen. — X. Korrelation bei einer zweiparametrigen Häufigkeitsverteilung. — XI. Bemerkungen über den Gebrauch der einfachsten Korrelationstabellen mit zwei oder drei Spalten und Zeilen. — XII. Zweiparametrige Normalverteilungen erster und zweiter Art. — XIII. Die Methode der Prüffunktionen. — XIV. Die drei kombinatorischen statistischen Schlüsse und ihre Anwendung. — XV. Die Betrachtungsweise der Vertrauens- und Mutungsgrenzen. — XVI. Verfahren zur Beurteilung einer sehr geringen Korrelation.** Anhang: Tafel für e^x — Wurzeltafel — Sachverzeichnis.

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

Wichtiger Hinweis

Mitglieder der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte, die das dieser Nummer beigegebene Gedenkblatt für LORENZ OKEN nicht bereits als Abonnenten der „Naturwissenschaften", bzw. der „Klinischen Wochenschrift" erhalten haben, können dasselbe von der Geschäftsstelle der Gesellschaft in Wuppertal-Elberfeld, Friedrich-Ebert-Str. 217, beziehen, an die auch Anmeldungen zur Mitgliedschaft zu richten sind.

Neu eintretenden Mitgliedern können ferner, solange der Vorrat reicht, noch die „Verhandlungen" der ersten Nachkriegstagung in München (1950) gegen den Jahresbeitrag von DM 5.— überlassen werden. Das Postscheckkonto der Geschäftsstelle ist Köln 71817.

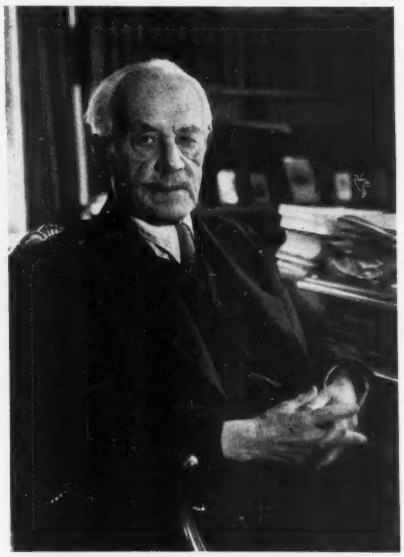
DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Jahrgang 38 Heft 15 (Erstes Augustheft) 1951

Arnold Sommerfeld.

Von W. Heisenberg.

Am 26. April 1951 ist Arnold Sommerfeld, der Lehrer einer ganzen Generation von Atomphysikern, den Folgen eines Verkehrsunfalles erlegen. Noch in den vergangenen Monaten hatte der 82jährige an der Herausgabe der letzten Bände seiner Vorlesungen gearbeitet, und selbst nach seinem Unfall hat er versucht, die Niederschrift der Thermodynamik fortzusetzen, bis ihm wenige Wochen später der Tod die Feder aus der Hand nahm.



Arnold Sommerfeld wurde am 5. Dezember 1868 als Sohn eines praktischen Arztes in Königsberg geboren. Die Jugend verlebte er in seiner ostpreußischen Vaterstadt, in der er zusammen mit Minkowski, Max Wien und Willy Wien das Altstädtische Gymnasium besuchte. An der damals ausgezeichneten Universität Königsberg, an der Hilbert, Lindemann und Hurwitz lehrten, studierte er Mathematik und Naturwissenschaften. Dort erwarb er sich auch den Doktorgrad mit einer Arbeit über die willkürlichen Funktionen in der mathematischen Physik. Er betrat damit ein Wissenschaftsgebiet, dem er Zeit seines Lebens treu geblieben ist. Ein Band seiner in den letzten Jahren herausgegebenen Vorlesungen gilt der Lehre von den partiellen Differentialgleichungen in der Physik.

1893 siedelte Sommerfeld nach Göttingen über, um kurze Zeit danach Assistent von Felix Klein am Mathematischen Institut zu werden. Hier erlangte er die venia legendi mit einer Arbeit über die mathematische Theorie der Lichtbeugung. Felix Klein ist für Sommerfeld der eigentliche Lehrer, das bedeutende Vorbild geworden. Die reifste Frucht jener Zeit der Zusammenarbeit mit Felix Klein wurde das vierbändige Werk über die Theorie des Kreisels, das 1895 begonnen, aber erst 1910 von Sommerfeld in München beendet wurde.

Im Jahre 1897 wurde Sommerfeld Professor der Mathematik an der Bergakademie in Clausthal, 1900 Professor der Mechanik an der Technischen Hochschule Aachen. In jener Zeit erweiterte sich sein wissenschaftliches Interesse schnell nach den verschiedensten Richtungen. Die Lehrtätigkeit in Clausthal und Aachen brachte ihn mit technischen Fragen in Berührung, die ihn z. B. zu den bekannten Untersuchungen über die Hydrodynamik der Schmiermittelreibung anregten. Zugleich aber begab er sich in das eigentliche Gebiet der theoretischen Physik mit Untersuchungen über elektromagnetische Wellen, über das Feld des bewegten Elektrons, über die Beugung von Röntgenstrahlen. Schließlich folgte Sommerfeld im Jahre 1906 einem Ruf auf den Lehrstuhl, den früher Boltzmann innegehabt hatte, an die Universität München. Dieser Stadt ist er seitdem treu geblieben, spätere Berufungen an andere Universitäten, z. B. auf den Planckschen Lehrstuhl in Berlin, hat er abgelehnt. In die ersten Münchener Jahre fällt die Begegnung mit der eben entstandenen Relativitätstheorie, die Sommerfeld im Anschluß an die bekannten Arbeiten von Minkowski mathematisch ausgestaltete. Eine Arbeit über die komplexe Integraldarstellung der Zylinderfunktionen legt den Grund für Sommerfelds Vorliebe für komplexe Integrale, die in seinem Seminar noch Jahrzehnte später eine große Rolle spielten. Eine weitere Arbeit aus jener Zeit bildet heute noch die Grundlage für Stabilitätsuntersuchungen an laminaren Flüssigkeitsströmungen.

Schon 1911 aber setzte sich Sommerfeld energisch für das Studium der in ihren Grundlagen damals noch ganz ungeklärten Quantentheorie Plancks ein, von der er voraussah, daß sie einmal den Schlüssel zum Verständnis der Atome bilden würde. Diese Voraussicht wurde auf das glücklichste bestätigt durch das Erscheinen der bekannten Bohrschen Arbeit über die Erklärung der Balmer-Serie nach dem Rutherford-Bohrschen Atommodell (1913). Sommerfeld nahm diese Untersuchungen auf, erweiterte sie unter Einbeziehung der Ellipsenbahnen und der relativistischen Massenveränderlichkeit und gelangte 1915 zu seiner bekannten Feinstrukturformel, die die Grundlage für die Erklärung aller wasserstoffähnlichen Spektren, insbesondere auch der Röntgenspektren der Atome bilden sollte. Von da an konzentrierte sich sein Interesse auf die Fragen des Atombaus. Sein 1918 begonnenes berühmtes Werk über Atombau und Spektrallinien hat mehr als irgendein anderes zur Verbreitung der neuen Lehre vom Atombau beigetragen. Zugleich entwickelte Sommerfeld sein Seminar zu einem Zentrum der Atomphysik, in dem sich regelmäßig junge Forscher aus aller Herren Ländern trafen und ihre Gedanken austauschten.

Sommerfelds Untersuchungen über die Theorie der Multipletts und der Zeeman-Effekte haben entscheidend zur quantentheoretischen Klärung der komplizierten Spektren beigetragen. Nach der Entstehung von Wellen- und Quantenmechanik in der Mitte der 20er Jahre konnte Sommerfeld seine großen Erfahrungen auf dem Gebiete der partiellen Differentialgleichungen auf die Schrödinger-Gleichung der

Atome anwenden. In der Elektronentheorie der Metalle gelang ihm und seiner Schule durch die Anwendung der Quantentheorie und des PAULI-Prinzips die Aufklärung vieler bis dahin unverstandener Eigenschaften der Metalle. In den 30er Jahren beschäftigte sich SOMMERFELD mit mathematischen Untersuchungen über die statistische Behandlung der Atomhülle, mit der spezifischen Wärme der Metalle und ähnlichen Fragen. Als er 1938 aus dem Lehramt ausschied, konnte sein Werk an der Universität München zunächst nicht fortgesetzt werden. Seine nie ermüdende Arbeitskraft wandte sich jetzt der Ausarbeitung seiner großen Vorlesungen zu, die er, angefangen mit der Mechanik, im folgenden Jahrzehnt in Buchform herausgab, und die ein beredtes Zeugnis ablegen von der Meisterschaft ihres Urhebers in der lebendigen didaktischen Darstellung der verschiedensten Gebiete der theoretischen Physik.

SOMMERFELDs Tätigkeit als Lehrer hat beinahe noch weiter reichende Wirkungen hinterlassen als seine großen Erfolge als Forscher. Ähnlich wie sein Vorbild FELIX KLEIN zog er mit der Kraft seiner Persönlichkeit immer wieder junge Menschen in den Kreis seiner Wissenschaft und erweckte in ihnen die Freude am Suchen und Finden, an der Schönheit einer mathematischen Formel und am geheimnisvollen Zauber eines noch nicht ganz verstandenen Zusammenhanges. Da er wußte, daß man aus Vorlesungen allein eine Wissenschaft nicht lernen kann, gab er seinen Studenten sehr früh Aufgaben, an denen sie ihre Kräfte messen und mit den aktuellen Fragen der Physik in Berührung kommen konnten. Er ließ sie unmittelbar teilnehmen am Fortschritt der Wissenschaft, indem er etwa im Seminar Briefe verlas von EINSTEIN oder BOHR, in denen neue Überlegungen oder Ergebnisse mitgeteilt wurden. SOMMERFELD widmete einen großen Teil seiner Tagesarbeit den Schülern, und er verband im Umgang mit ihnen die ernste Strenge des Lehrers, die auch das persönliche Leben des Schülers mit freundschaftlichem Interesse betrachtet, mit der heiteren Gelassenheit des Münchener Professors, der gern bereit ist, mit einem Scherzwort Spannungen zu überbrücken oder über Unzulänglichkeiten hinwegzusehen.

Beide Seiten seines Wesens kamen auch schon äußerlich zur Geltung. Während nach der ersten Kollegstunde einer seiner Schüler sagen konnte, der Professor sehe aus wie ein Husarenoberst, war der erste Eindruck in der persönlichen Begegnung der einer unmittelbaren und gewinnenden Güte, eines echten Interesses für den jungen Menschen, der vor ihm stand. SOMMERFELD achtete auch darauf, daß die Kräfte seiner Schüler richtig angewendet und nicht zersplittert wurden. Das Schachspielen hat er mir als angehendem Physiker einmal verboten. Andererseits war er für jede Erholung von geistiger Arbeit zu haben, ob es sich um einen Spaziergang im Englischen Garten oder um eine Fahrt in die Berge handelte. Oft versammelten sich Lehrer, Schüler und der getreue Institutsmechaniker in der Instituts-Skihütte auf dem Sudelfeld bei Bayrisch-Zell.

Auch hatte sich SOMMERFELD trotz aller Arbeit die heute leider so seltene Fähigkeit bewahrt, Zeit zu haben, so daß vor oder nach dem physikalischen Kolloquium Zeit zum Besuch des Hofgarten-Cafés blieb. Dort ist auf den Marmortischen manche physikalische Formel behandelt worden, und es wird erzählt, SOMMERFELD habe einmal zusammen mit einem Kollegen versucht, auf einem der Marmortische ein Integral auszuwerten, was aber in der Kürze der Zeit vor dem Kolloquium nicht mehr gelang. Als SOMMERFELD am nächsten Tag an den gleichen Tisch zurückkehrte, stand die Lösung bereits darunter. Offenbar hatte sich inzwischen ein anderer Mathematiker bei Kaffee und Kuchen ans Integrieren gemacht.

Der harmonische Verlauf des Lebens und der Arbeit im Institut wurde in der schönsten Weise ergänzt durch ein glückliches Familienleben, dessen Wärme jeder spürte, der in das gastliche SOMMERFELDsche Haus trat.

SOMMERFELDs Erfolg als Lehrer war unvergleichlich. Es gibt kaum ein Land, in dem, wenn überhaupt dort theoretische Physik gelehrt wird, nicht einige der Ordinarien durch SOMMERFELDs Schule gegangen wären. Akademische Ehrungen sind ihm in reichstem Maße zuteil geworden. Auch wurde er immer wieder zu Auslandsreisen eingeladen; so unternahm er z.B. 1928/29 eine Weltreise nach Indien, Japan und den Vereinigten Staaten von Amerika. Trotzdem hat es auch in diesem sonst an Erfolgen so reichen und glücklichen Leben an Rückschlägen nicht gefehlt, die hauptsächlich der politischen Not der Zeit entsprangen. Die nationalistische Bewegung unter Studenten und Dozenten in den 20er Jahren betrachtete SOMMERFELD mit großer Sorge, und schon dies hat zu Schwierigkeiten an der Universität geführt. Als vollends die Revolution, die in den 20er Jahren als ein noch wenig sichtbares Feuer unter der Decke schwelte, 1933 in aller Heftigkeit ausbrach, war für ihn kein Zweifel darüber möglich, daß sie ein Ende mit Schrecken für Deutschland nehmen würde. Da er wie kaum ein anderer seine Heimat liebte, bedrückte ihn dies aufs tiefste. Aber selbst als ihm nach seiner Emeritierung der Zutritt zum Institut verboten und sein Werk an der Universität München zunächst nicht mehr fortgesetzt wurde, hat dies bei ihm keine Spur von Bitterkeit hinterlassen. SOMMERFELD war in seinem innersten Wesen so sicher und harmonisch, daß er auch offensichtliches Unrecht ertragen konnte, ohne dadurch die Zuneigung zu den anderen Menschen zu verlieren. So galt auch für ihn der Satz, den er gelegentlich in derartigen Diskussionen aussprechen konnte: Daß nicht notwendig der für sein Vaterland am meisten wirkt, der diese Absicht zum lauten Bekenntnis macht, sondern daß vielleicht stärkere und glücklichere Wirkungen von dem ausgehen, der einer guten Sache dient, ohne von der selbstverständlichen Bindung an seine Heimat viel Aufhebens zu machen.

SOMMERFELD hat jedenfalls durch seine Arbeit viel mehr Freunde geworben, als es sonst einem Gelehrten möglich ist; Freunde für seine Wissenschaft, Atomphysik und Quantentheorie, die sich ja damals erst durchsetzen mußten, Freunde für die Schönheit der Stadt und des Landes, in dem er unterrichtete, und vor allem natürlich Freunde für den großen Lehrer selbst, dessen Interesse durch das ganze Leben seinen Schülern gegolten hat. Die Atmosphäre seines Seminars, jene Mischung aus ernster, sachlicher Arbeit und fröhlicher Kameradschaft an der Grenze Schwabings, wird ebenso fortwirken wie sein wissenschaftliches Werk, das ein integrierender Bestandteil der Physik, besonders der Atomphysik, bleiben wird.

Göttingen, Max-Planck-Institut für Physik.

Eingegangen am 6. Juni 1951.

Symbioseforschung und Medizin*).

Ein Beitrag zur Klärung des Wirkungsmechanismus des Vitamin B-Komplexes, nebst einer kritischen Betrachtung zum „Vitamin T-Problem".

Von ANTON KOCH, KURT OFFHAUS, ILSE SCHWARZ und J. BANDIER, München**).

Seit dem Weggang PAUL BUCHNERs von München im Jahre 1924 ist meines Wissens nicht mehr in diesem Kreise über das Thema „Symbiose" gesprochen worden. So ist es an der Zeit, eine zusammenfassende Übersicht über das bisher Geleistete auf diesem Gebiete zu geben und zu zeigen, daß heute bereits zahlreiche Fäden vom Kernproblem der Symbiose zu den Nachbardisziplinen, vor allem aber zur Medizin hinüberziehen.

In der Sitzung des 13. Juni 1911 hatte BUCHNER erstmalig „Über intrazellulare Symbionten bei zuckersaugenden Insekten und ihre Vererbung" berichtet. Seither sind fast 40 Jahre vergangen, und die damalige Terra incognita ist zu einem wohlbekannten und vertrauten Gebiet geworden. Damals konnte man noch von den relativ seltenen Fällen intrazellularer Symbiosen sprechen, heute sind wir in der glücklichen Lage, aus dem Vollen schöpfen zu können. Das große Material ist inzwischen gesichtet und geordnet. Die Gesetzmäßigkeiten des Zusammenlebens sind weitgehend geklärt.

Als 1911 BUCHNER sein Referat hielt, hatten eben gerade der Brünner Arzt K. ŠULC und der italienische Zoologe U. PIERANTONI gleichzeitig und unabhängig voneinander die Hemipterensymbiosen entdeckt und KARL ESCHERICH um die Jahrhundertwende die bis dahin falsch verstandenen und gedeuteten Einschlüsse in den Blindsackzellen des Brotkäfers erstmalig richtig als selbständige Lebewesen, intrazellulare Hefepilze, erkannt und von einer Symbiose gesprochen. Man wußte damals auch schon von den Chlorellensymbiosen der Protozoen und Cölenteraten, hatte die sog. „Bakteroiden" aus den Fettkörperzellen der Küchenschaben richtig als fremde Einmieter — Bakterien — gedeutet. Aber das war auch so ziemlich alles, was man seinerzeit von den Symbiosen wußte.

Doch war damals schon den Forschern an dem nur spärlichen Material aufgefallen, daß irgendwelche Zusammenhänge zwischen der Nahrungsquelle und dem Vorkommen solcher Symbiosen bestehen. Und das hat sich in der Folge auch immer wieder bestätigt. Die Pflanzensäftesauger haben fast ausnahmslos Symbionten; alle Wirbeltierblut zu sich nehmenden Insekten, Zecken und Egel — sofern sie sich ausschließlich und während ihres gesamten Lebens so ernähren — sind Symbiontenwirte. Die Holzfresser, als dritte derartige Gruppe mit streng einseitiger Ernährung, weisen ebenfalls auf enge physiologische Wechselwirkungen zwischen beiden Partnern des symbiontischen Systems hin. Selbst da, wo Tiere mit omnivorer Lebensweise, wie z. B. die Küchenschaben, Symbionten führen, läßt deren Vorkommen sich heute schon physiologisch erklären. So manches deutet darauf hin, daß hier Zusammenhänge zwischen Entfernung bzw. Entgiftung von Stoffwechselschlacken und Symbionten bestehen, wie sie zweifellos auch beim Regenwurm, der Schnecke Cyclostoma und der Ascidie Molgula aufzuzeichnen sind.

Wenn gar Leuchtbakterien bei Feuerwalzen, manchen Tintenfischen und Teleostiern in besonderen Leuchtorganen kultiviert werden, ist damit zweifellos ein Höhepunkt der Verquickung zweier so gänzlich verschiedener Organismen erreicht. Besondere Hilfseinrichtungen werden da vom Wirtsorganismus ausgebildet: Linsen, Reflektoren, welche das fremde Licht sammeln und ausrichten; Pigmentschirme, die eine Abstrahlung des Lichtes in unerwünschter Richtung verhindern; lidartige Abblendeeinrichtungen, welche das Bakterienlicht völlig dem Willen des Wirtes unterordnen. Wunderbare Zusammenhänge überall da, wo wir dem Sinn dieser Einrichtungen nachspüren, auch hier, wo offensichtlich die Bedeutung der Symbiose auf dem ökologischen Sektor zu suchen ist.

Selbst in jenen Fällen, die heute noch einer befriedigenden physiologischen Erklärung trotzen, kann das Zusammenleben beider Partner kein nur zufälliges sein! Sonst würde nicht auch hier die Natur Mittel und Wege gefunden haben, die erbliche Übertragung zu garantieren. Möglich, daß im Zusammenhang mit einer Änderung in der Ernährungsweise des Wirtes sekundär die Symbionten überflüssig geworden sind. Sie werden als Reminiszenz an Vergangenes noch eine Weile mitgeschleppt, um dann endgültig wieder abgebaut zu werden, wie das z. B. bei den Formicaarten sich heute noch vor unseren Augen abspielt.

Es soll hier nicht näher auf das so interessante und reizvolle Kapitel der erblichen Weitergabe der Symbionten auf die Nachkommenschaft eingegangen werden. Sie ist ja geradezu ein Charakteristikum der zyklischen Symbiosen. Doch möchte ich wenigstens kurz auf die verschiedenen Möglichkeiten hinweisen, die der tierische Organismus hat, um das symbiontische Erbgut der Art zu hüten und zu erhalten. So sorgen bestimmte Beschmiereinrichtungen: symbiontengefüllte Spritzen und Taschen, oder beide zusammen, dafür, daß beim Legeakt das herabgleitende Ei äußerlich mit den Keimen besudelt wird, so daß dann die später schlüpfende Junglarve sich beim Annagen der Eischale automatisch infiziert. — Oder, es wird die Infektion auf einen noch früheren Zeitpunkt zurückverlegt: die Ovarialeier werden bereits infiziert. Als Einfallspforte werden dabei entweder der vordere Eipol oder das Hinterende des Eies benützt. Oder die Keime dringen allseitig ins Ei ein, wenn im geeigneten Augenblick die Follikelzellen auseinanderrücken und die Symbionten durch die Maschen des so entstehenden Netzes schlüpfen. Diese schließen sich wieder hermetisch, sobald die Infektion beendet ist.

Daß dabei häufig besondere Übertragungsformen der Symbionten herangezüchtet werden, die sogar in

*) Vortrag, gehalten in der „Gesellschaft für Morphologie und Physiologie" in der Sitzung des 28. November 1950.

Herrn Professor Dr. PAUL BUCHNER als Festgabe zu seinem 65. Geburtstage am 12. April 1951 überreicht.

**) Die im zweiten Teil der Arbeit geschilderten Versuche wurden mit Unterstützung der „Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft" und der Aschaffenburger Zellstoffwerke durchgeführt. Es sei ihnen an dieser Stelle für die großzügige Förderung unserer Arbeiten herzlichst gedankt. Der Firma Deutsche Hoffmann-La Roche A.G. danken wir für die bereitwillige Überlassung von reinen Vitaminpräparaten und anderen wertvollen Substanzen.

besonderen Organabschnitten oder eigenen Ovarialmyzetomen lokalisiert sind, sei nur nebenbei erwähnt. In anderen Fällen wählt der Symbiont für die Infektion den frühesten überhaupt möglichen Termin, indem er bereits in die Urgeschlechtszellen einwandert, wie das beispielsweise bei einigen Rüsselkäfern der Fall ist.

Wie stark bisweilen das symbiontische Band geknüpft ist, geht daraus hervor, daß sogar die Instinkthandlungen eines Tieres im Gefolge der Symbiose beeinflußt werden. Die Wanze Coptosoma ist geradezu ein Musterbeispiel dazu (G. Schneider 1940): Bei der Eiablage setzt die Wanzenmutter zwischen die zweizeilig angeordneten Eier eines Geleges jeweils winzige, mit bakterienhaltigem Sekret gefüllte Chitinkapseln ab. Nach dem Schlüpfen haben die bis dahin sterilen, jungen Wänzlein nichts Eiligeres zu tun, als sich auf die Bakterienkapseln zu stürzen und, deren Inhalt ausschlürfend, sich zu infizieren.

Unser Staunen nimmt kein Ende, wenn wir erfahren, daß nicht nur eine, sondern sehr häufig zwei, drei, vier und sogar sechs verschiedene Symbiontensorten von einem einzigen Wirtsorganismus beherbergt werden, denen jeweils eigene Wohnstätten zugewiesen und die auch gemeinsam auf die nächstfolgende Generation weitervererbt werden.

Wenn wir die Embryologie solcher polysymbiontischer Formen studieren, dann erkennen wir nicht nur, daß der Keim vorausschauend bereits die künftigen Wohnstätten seiner Einmieter anlegt, sondern wir können auch verfolgen, wie sich aus dem bunten Durcheinander der Infektionsmassen die verschiedenen Symbiontentypen: Hefen, Bakterien, Kokken sondern und an dem jeweils für sie bestimmten Ort im Keim einfinden.

Verfolgen wir weiterhin die Morphologie der Symbionten während eines Lebenskreises, dann stellen wir immer wieder von Fall zu Fall einen ganz charakteristischen Formwechsel fest: offenbar hormonal gesteuert, treten mit beginnender Geschlechtsreife gedrungene, leicht transportable und gleichzeitig auch widerstandsfähigere Infektionsformen auf, während die restlichen Symbionten mitunter zu hypertrophierten Involutionsformen degenerieren. Diese werden dann abgebaut, sobald sie im erwachsenen Tier, vor allem im männlichen Geschlecht, nicht mehr gebraucht werden.

Verschiedentlich hat man Buchner und seiner Schule — wohl mit großem Unrecht — den Vorwurf gemacht, daß er das Symbioseproblem nur vom Standpunkt des Morphologen aus in Angriff genommen hat. Aber man übersah dabei, daß genaueste morphologische Kenntnis eines Objektes erst die Plattform schafft, auf welcher der Physiologe mit seiner Arbeit beginnen kann. So ist es Buchners großes Verdienst, jene breite, solide Basis geschaffen zu haben, auf welcher die moderne experimentelle Symbioseforschung erfolgreich aufbauen kann.

Dabei hat Buchner immer wieder auf jene Fülle von Problemen hingewiesen, welche über die Interessensphäre enger Spezialforschung hinaus von größtem allgemein biologischem Interesse sind. Er ist der Frage nach der Entstehung jener Lebensgemeinschaften nachgegangen, die aufs engste mit den Problemen der Stammesgeschichte und der Systematik verknüpft ist. Er hat auch auf die verschiedenen Möglichkeiten innigster physiologischer Wechselbeziehungen zwischen Wirt und Symbionten hingewiesen und seine Schüler angeregt, die Forschung in dieser Richtung weiterzutreiben.

So gehen auch meine und meiner Schüler Arbeiten in experimenteller Richtung letzten Endes auf solche befruchtenden Gedankengänge Buchners zurück. Nur einige wenige Beispiele sollen zeigen, welche Fragestellungen augenblicklich zur Diskussion stehen, und welche Wege auf diesem Gebiete fruchtbarer Weiterarbeit beschritten werden können.

Das Charakteristikum parasitärer Infektionen ist der Kampf, der Kampf zwischen Wirt und Parasit, ein Kampf, welcher häufig mit Vernichtung endigt, mit dem Endsieg des einen der beiden Kontrahenten.

Ganz anders ist das Zusammenspiel zwischen Wirt und Symbionten! Hier haben wir es mit einem wohl ausgeglichenen System zu tun. Man könnte vielleicht von einem Auspendeln um eine Mittellage sprechen. Keine planlose Überschwemmung des Körpers mehr mit den fremden Eindringlingen, sondern eine strenge räumliche Absonderung der Symbionten, für die entweder besondere Zellen, sog. Myzetozyten, oder organartige Neubildungen — Myzetome — als Behausung bereitgestellt werden. Oder — in primitiveren Fällen — werden die Symbionten in den Hohlräumen der Darmdivertikel oder in Anhangsorganen des Darmes untergebracht und sind auch so mehr oder minder streng abgesondert.

Den Mediziner interessiert dabei vielleicht, daß die Vermehrungsrate der Symbionten nach der endgültigen Besiedelung der symbiontischen Organe vollkommen an die Vernichtungsrate des natürlicherweise zugrunde gehenden Symbiontenanteils angeglichen ist. Dadurch wird ein Überhandnehmen der pflanzlichen Gäste und ihre Invasion in andere Körperregionen verhindert.

Wenn im geschlechtsreifen Weibchen zur geeigneten Stunde die Infektionsformen der Symbionten das Myzetom verlassen, um aktiv in die Keimdrüsen vorzudringen, dann kommt es niemals zu irgendwelchen wilden Sekundärinfektionen. Sie können höchstenfalls transitorisch in besondere Übertragungsorgane aufgenommen werden, wie z. B. in die Ovarialampullen der Kopf- und Kleiderläuse, von denen aus dann die Bakterien in die Eier vordringen.

Wenn auch heute noch nicht die feineren physiologischen Vorgänge erforscht sind, die sich dabei abspielen, so können wir doch schon auf Grund neuerer und neuester Forschungsergebnisse vermuten, welche Faktoren hier maßgebend sind.

Möglicherweise spielen Hemmstoffe ähnlicher Art, wie sie der Forschung erst in den letzten Jahren in Gestalt der Antibiotica bekannt wurden, dabei eine Rolle. Vielleicht sind es Hemmstoffe, welche von den Symbionten selbst in den Myzetomen abgeschieden werden und welche von einer gewissen Konzentrationsstufe ab ihre eigene Vermehrung abbremsen. Manches deutet darauf hin, daß das tatsächlich der Fall ist. Dies beweisen Versuche, welche mein Schüler Roman Fink in jüngster Zeit an den intrazellularen Symbionten der Schildlaus *Pseudococcus citri* angestellt hat. Nach der Hypothese von Fink handelt es sich um ein Stoffwechselprodukt, das sich innerhalb des Symbiontenplasmas in einem Kondensationskern abscheidet. Dieses wirkt sich lediglich auf Grund seiner hohen Konzentration hemmend auf den Teilungsrhythmus

der Symbionten aus. Die fragliche Substanz ist kein Bakteriostaticum im gewöhnlichen Sinn. Dafür spricht die Beobachtung FINKs, daß die Teilung der Symbionten im Myzetom weitergeht. Jedoch wird ein merkbarer Symbiontenzuwachs dadurch unterbunden, daß jeweils die Mutterzelle einem degenerativen Prozeß unterliegt und zugrunde geht, während die Tochterzelle erhalten bleibt und sich nach Abschluß ihrer Wachstumsphase von neuem teilt.

Diese Mikroorganismen sind so stark an das intrazellulare Leben angepaßt, daß ihre Kultur nur mehr auf Ammennährböden (Staphylococcus aureus) gelingt. In der zweiten Passage kann man sie aber schon auf einem der üblichen Nährböden züchten. Doch wachsen die rosa bis lebhaft rot gefärbten (die Intensität der Farbe hängt von der Zusammensetzung des Nährbodens ab) Kolonien nur wenig, sofern man nicht durch einen Kunstgriff für einen Abtransport ihrer Stoffwechselprodukte sorgt oder durch eine geeignete Zusammensetzung des Nährbodens die Stoffwechselvorgänge der Symbionten in andere Richtungen steuert. (Nähere Angaben hierüber sind der noch in Vorbereitung befindlichen Arbeit FINKs zu entnehmen.)

In anderen Fällen wieder sind es Wuchsstoffe der Symbionten, welche im physiologischen Geschehen der Mikroorganismen eine ausschlaggebende Rolle spielen. Schon lange weiß man, daß Kulturhefen β-Biotin produzieren, das als Wuchsstoff stimulierend auf die Hefezellen einwirkt. So machte auch K. E. GRAEBNER, der augenblicklich gerade die Physiologie symbiontischer Hefen von Anobiiden und Bockkäfern untersucht, die Beobachtung, daß bei der Isolierung der Symbionten aus den Myzetozyten von Ernobius mollis Einzellkulturen kaum oder überhaupt nicht angehen. Es gelingt dies aber wohl, wenn man bei der Einsaat von 15 bis 20 Zellen ausgeht. Es ist dies ein Anzeichen dafür, daß von den Hefezellen Wuchsstoffe abgesondert werden, welche stimulierend auf Wachstum und Vermehrung der Schwesterzellen wirken. Welcher Art diese wachstumsfördernden Stoffe sind, soll später ausführlich erörtert werden.

Völlig ungeklärt sind noch die physiologischen Verhältnisse bei den polysymbiontischen Formen. Es wäre da zu untersuchen, inwieweit die in verschiedenen Bezirken der Myzetome lokalisierten Symbionten sich gegenseitig beeinflussen oder ergänzen, inwieweit hemmende oder fördernde Tendenzen sich bemerkbar machen. Nur die Reinkultur der verschiedenen Symbiontentypen wird hier letzte Klarheit bringen können. Auch da stehen wir noch am Anfang einer recht schwierigen, dafür aber um so interessanteren Arbeit, welche immer erst an monosymbiontischen Formen beginnen muß.

HERBERT KELLER, einem Schüler STAMMERs, gelang es kürzlich, die Bakterien der Küchenschaben in vitro zu kultivieren. Zum Start benötigt man auch da einen streng spezifischen Nährboden aus feinst zerriebenen Schabenfettkörpern. Und nun das Erstaunliche an diesen Versuchen: Die Symbionten wachsen vortrefflich auf einem harnsäurehaltigen Nährboden bei 24° C, dem man mit Vorteil etwas Saccharose, Glukose und Inulin zusetzt. (Zusammensetzung des Nährbodens: 0,2 g Harnsäure, 0,3 g NaCl in kochendem Wasser unter Zusatz von etwas NaOH bis zum $p_H = 7{,}6$ versetzt, dazu 2% Agar.)

Meine Schülerin LORE SCHNEIDER kann ganz ähnliche Beobachtungen für die in vitro gezüchteten symbiontischen Bakterien aus den Enddarmkrypten von *Syromastes marginatus* melden. Sie stellte fest, daß die im Kulturmedium suspendierten Harnsäurekristalle allmählich zu Ammoniak abgebaut werden. Die Pseudococcussymbionten sind hingegen in der Lage, reinen Harnstoff zu verwerten, der ihnen in synthetischen Nährmedien gereicht wurde, die außer N-freien Nährsalzen lediglich Galaktose enthielten. Damit scheint aber der Beweis erbracht zu sein, daß jene Symbionten die Stoffwechselprodukte ihrer Wirte verwerten können. Nun verstehen wir auch, warum der Fettkörper der Insekten, der ja nicht nur Reservestoffdepot, sondern auch Speicherniere ist, Sitz der Myzetome und Myzetozyten ist. FINK konnte kürzlich seine Versuche noch dahin erweitern, daß er die Symbionten sowohl auf Harnstofflösungen (0,25 bis 0,5%) mit Zusatz der essentiellen Nährsalze (ohne Stickstoff!) als auch in entsprechenden Galaktoselösungen züchten konnte. Die eine Versuchsreihe macht es wahrscheinlich, daß die symbiontischen Mikroorganismen von *Pseudococcus citri* reinen Harnstoff in ihrem Energiehaushalt und in ihrem Erhaltungsstoffwechsel verwerten können. Ihre Fähigkeit, auf Galaktoselösungen wachsen zu können, weist andererseits darauf hin, daß die Symbionten höchstwahrscheinlich in der Lage sind, atmosphärischen N_2 zur Aminierung der beim Zuckerabbau auftretenden Säuren zu benützen. Auch das Auftreten freier Aminosäuren in galaktosehaltigen Nährmedien kann nur im Sinne einer N_2-Assimilation gedeutet werden. Damit würden gleichzeitig auch die Ergebnisse von TOTH, PEKLO und SCHANDERL ihre Bestätigung erfahren.

Auch ältere Beobachtungen von RALPH und MILDERED BUCHSBAUM (1934) stehen hiermit in bestem Einklang. R. und M. BUCHSBAUM führten den Beweis, daß Gewebskulturen von Hühnerfibroblasten länger lebensfähig bleiben, wenn man darin Einsaaten von *Chlorella vulgaris* macht, welche das Substrat durch Aufnahme der Stoffwechselgifte der Gewebskultur entgiften. Solche Mischkulturen mußten dann weniger oft auf frische Nährböden übertragen werden als chlorellenfreie Stämme.

Für den Mikrobiologen und Bakteriologen ergeben sich aber noch weitere hochinteressante Probleme: Jene Wanze Coptosoma, von der schon einmal die Rede war, ist ein geradezu ideales Objekt für experimentelle Symbioseuntersuchungen. Man kann Reinkulturen aus dem Inhalt der Symbiontenpakete unschwer herauszüchten und dann nach mehreren Passagen die so erhaltenen Symbiontenstämme den eben geschlüpften Wanzen anbieten. Diese schlürfen dann ebenso gierig die Bakteriensuspension der Reinkultur, infizieren sich auch prompt damit und gehen schließlich an ihren eigenen, inzwischen virulent gewordenen Symbionten zugrunde. Der gesamte Chemismus der in vitro gezüchteten Symbionten muß sich also grundlegend umgestellt haben; aus dem Symbionten ist wieder ein gefährlicher Parasit geworden. Eine solche physiologische Wandlungsfähigkeit der Keime können wir auch bei einigen pathogenen Formen, wie z. B. beim Tuberkelbazillus, beim Erreger der Pocken, den Cholerabakterien usw. beobachten. Daß sehr häufig auch ein Wandel der Gestalt gleichzeitig damit einhergeht, ist auch den Bakteriologen

eine wohlvertraute Erscheinung. R. Fink hat das gleichfalls an seinen Symbiontenstämmen recht eindrucksvoll erlebt: Auf Spezialnährböden wachsen z. B. die Pseudococcussymbionten zu langen myzelartigen Wuchsformen aus, und auch Lore Schneider sah dasselbe bei den gedrungenen Kurzstäbchen von *Syromastes marginatus*.

Dem mit den Feinheiten vertrauten Symbioseforscher ist ein solcher Pleomorphismus nichts Neues, und es ließen sich die genannten Beispiele noch beliebig vermehren (Buchner 1940, S. 328ff.). Resühr (1938) machte weiterhin die Feststellung, daß bei Cocciden und Zikaden Hunger die Hypertrophie der Symbionten auslöst, während bei Oryzaephilus und anderen Symbiontenwirten das Auftreten solcher Involutionsformen durch das Alter der Wirtstiere erklärt wird.

Höhere Temperaturen können sogar einen sukzessiven Symbiontenabbau zur Folge haben, wie ich das in sehr drastischer Weise bei Oryzaephilus zeigen konnte. Allerdings ist diese Thermolabilität der Oryzaephilussymbionten nur in ganz bestimmten Entwicklungsphasen nachweisbar; es genügt schon eine Erhöhung der Temperatur auf 36,5° C, um den ganzen Symbiontenbestand eines Tieres zum Absterben zu bringen. Man kann sich dabei des Eindrucks nicht erwehren, daß Temperaturerhöhung ganz allgemein sich ungünstig auf die symbiontischen Mikroorganismen auswirkt. In der Medizin wird künstlich erzeugtes Fieber erfolgreich zur Therapie der progressiven Paralyse angewendet, wie ja das Fieber wohl als eine der erfolgversprechendsten biologischen Abwehrreaktionen gegen infektiöse Keime zu betrachten sein dürfte.

Noch ein weiteres Beispiel für die Richtigkeit dieser Auffassung: 1946 gelang es in Amerika Glaser, die Bakterien aus dem Fettkörper der amerikanischen Schabe Periplaneta durch Erhöhung der Temperatur über 39° C zu vernichten. Genau so wie bei Oryzaephilus ließ sich hier keinerlei Einbuße in der Vitalität solcher künstlich symbiontenfrei gemachten Tiere feststellen.

Aber es ließ sich bei Periplaneta dennoch eine schwere Schädigung nachweisen, wenn sie sich auch nur im weiblichen Geschlecht sichtbar auswirkte. Das Wachstum der Ovarien wurde unterdrückt, die Tiere wurden völlig steril, und dasselbe haben auch Brecker und Wigglesworth 1944 an symbiontenfrei gemachten Wanzen (*Rhodnius prolixus*) beobachtet. Unwillkürlich sucht man hier Beziehungen zu den staatenbildenden Hymenopteren, wo ja auch eine derartige Hemmung in der Ausbildung der Ovarien zur Entstehung der Arbeiterkaste geführt hat. In beiden Fällen ist das auslösende Moment der Sterilität ein Minus an Wirkstoffen. Bei den Wanzen und Blattiden wissen wir, daß sie von Mikroorganismen stammen, bei den Bienen liegt wohl die Wirkstoffquelle im Futtersaft. Es wäre vielleicht doch der Mühe wert, hier einmal zu prüfen, ob da nicht auch Mikroorganismen mit im Spiele sind.

Der Symbiontenverlust wirkt sich aber in den eben genannten Fällen noch in anderer Weise aus. Die Häutungen werden bei Rhodnius stark hinausgezögert, wie im großen ganzen eine erhebliche Entwickluugsverzögerung in diesem Falle, und auch bei der Wanze Coptosoma, zu verzeichnen ist. Außerdem weisen die sterilen Coptosomalarven in den ersten zehn Tagen eine erhöhte Sterblichkeit (bis zu 40%) auf.

Die Erklärung all dieser Ausfallserscheinungen läßt sich auf einen einheitlichen Nenner bringen, wenn man ältere Beobachtungen von Koch (1933) und M. Aschner (1933) mit berücksichtigt. Unabhängig voneinander und fast gleichzeitig gelang es beiden, dem einen in Breslau, dem andern in Jerusalem, symbiontenfreie Insekten zu bekommen. Koch arbeitete an dem Brotkäfer Sitodrepa, welche er durch Sterilisieren der Eischale mit alkoholischen Chloraminlösungen ihrer Symbionten beraubte. Aschner sprengte auf operativem Wege oder durch starkes Zentrifugieren der sich entwickelnden Eier die Symbiose der Kleiderlaus.

Hier wie dort Wachstumsstillstand und schließlich der Tod als Folgeerscheinung des Symbiontenverlustes. Rettung der symbiontenfreien Tiere in beiden Fällen aber dann, wenn man den Symbiontenverlust durch Darreichung von Hefe, Hefeextrakten, und bei Sitodrepa auch von Weizenkeimlingen, zum gewohnten Normalfutter kompensierte.

Damit war der zwingende Beweis erbracht, daß die Symbionten extremer Nahrungsspezialisten die Lieferanten lebenswichtiger, ja sogar unbedingt lebensnotwendiger Ergänzungsstoffe sind, welche die höchst einseitige vitaminarme Nahrung komplettieren. Was war da nicht naheliegender als der Schluß, daß die hochaktiven Symbiontenstoffe nahe verwandt, wenn nicht identisch mit dem Wirkstoffgemisch der Bierhefe und der Weizenkeimlinge sind!

Das letzte Glied in der Kette der Beweisführung wurde erst vor wenigen Tagen von meinen Schülern Graebner und Reitinger eingefügt. Der eine kultivierte in größeren Mengen die Symbionten des Bockkäfers *Rhagium inquisitor*, während der andere, Reitinger, diese Bockkäfersymbionten an das dafür besonders geeignete Testobjekt *Tribolium confusum* zu einer vitaminfreien Mangeldiät verfütterte und dabei fast denselben Wachstumserfolg erzielte wie mit Bierhefe.

Eine sehr schwierige Aufgabe stand noch bevor — die genaue Analyse der für das Wachstum und die Entwicklung von Sitodrepa nötigen Hefewirkstoffe, mit der ich 1937 meine beiden Schüler K. Offhaus und G. Fröbrich beauftragte.

Bekanntlich ist die Hefe eine der ergiebigsten Wirkstoffquellen aus dem Pflanzenreich. Neben einer großen Zahl von Vitaminen, die fast alle dem B-Komplex einzureihen sind, enthält sie Wuchsstoffe der Bios-Gruppe. Es erwies sich daher als zweckmäßig, die Arbeit so einzuteilen, daß bei völlig getrennter Arbeitsweise der eine (Fröbrich) die Vitamine der B-Gruppe, der andere (Offhaus) die Wuchsstoffe der Bios-Gruppe und zusätzlich auch noch die Zellstreckungshormone zur biologischen Prüfung übernahm.

Aus praktischen Gesichtspunkten wurde *Sitodrepa panicea* als Testobjekt aufgegeben und an seiner Stelle der etwas leichter und rascher züchtbare Reismehlkäfer (*Tribolium confusum* Duval) verwendet. Da beide Autoren 1939 ausführlich über diese Versuche berichtet haben, möchte ich nur so viel darüber sagen, als zum Verständnis des folgenden unbedingt erforderlich ist.

Einer Mangeldiät, bestehend aus Kohlenhydraten (vitaminfreier Reisstärke), Fett (Arachisöl), Eiweiß (vitaminfreiem Kasein: FRÖBRICH, Hühnereiklar: OFFHAUS) und Salzen (OSBORN-MENDEL-Salzgemisch: FRÖBRICH, sek. Kaliumphosphat: OFFHAUS), wurden die zu prüfenden Stoffe bzw. Stoffgemische zugefügt. Aus dem Wachstumserfolg bzw. der Wachstumsgeschwindigkeit konnten Rückschlüsse auf Qualität und Quantität der zu prüfenden Substanzen gezogen werden.

Schon eine einfache Extraktion der Hefe durch mehrmaliges Auskochen mit Wasser brachte eine deutliche Scheidung in zwei Anteile, welche, jeder allein gereicht, nicht mehr zur Komplettierung der Nahrung ausreichten; sie ergaben vereinigt aber wieder ideales Wachstum, wenn sie zu je 2% der Mangeldiät zugefügt wurden. Daraus folgte, daß sicher mindestens zwei, wahrscheinlich aber noch mehrere verschiedene Wachstumsaktivatoren für Tribolium in der Bierhefe vorhanden sein müssen.

In einem komplizierten Aufarbeitungsgang, auf den ich hier nicht näher eingehen kann, wurde der lösliche Hefeanteil von Ballaststoffen gereinigt und durch Dialyse, Adsorption und Eluation sowie Fällungen in weitere Fraktionen aufgespalten. Diese wurden einzeln und in Kombination der Mangeldiät zugefügt und dadurch weitere wichtige Aufschlüsse über die Wirkstoffe der Bierhefe erhalten. Durch siebenstündiges Autoklavieren bei 120° C und 1,25 Atm. wurden die thermolabilen Vitamine zerstört. Die Fütterungsversuche mit autoklavierten Hefepräparaten ergaben, daß lediglich Thiamin der Diät zugesetzt werden muß, um sie wieder für den Wachstumserfolg vollwertig zu machen[1]).

B_2 konnte durch vorsichtiges Kochen in verdünnter NaOH zerstört werden. Es ist gleichfalls lebensnotwendig für Tribolium, wirkt aber bei sehr hoher Überdosierung stark entwicklungshemmend. Thiamin und Laktoflavin, in optimalen Dosen mit der wasserunlöslichen Komponente der Hefe zusammen der Mangeldiät beigefügt, reichen auch nicht zur Komplettierung der Nahrung aus.

Ein ideales Wachstum konnte erst dann erzielt werden, wenn noch mindestens drei weitere Hefefaktoren der Nahrung zugesetzt wurden: eine Aminosäure: Histidin[2]), ein Sterin: Ergosterin bzw. Cholesterin und eine im wäßrigen Extrakt noch vorhandene Hefekomponente, deren komplexe Natur FRÖBRICH und OFFHAUS vermutet hatten. Sie wurde bis zur definitiven Klärung mit der Bezeichnung „B_x" belegt[3]). Es sollte damit zum Ausdruck gebracht werden, daß die in Frage kommende Wirkstoffgruppe in den B-Komplex einzureihen ist, was sich später auch als richtig erwiesen hat. Die weiteren Untersuchungen ergaben, daß Faktor B_x in Hefe, Leber[4]) und Mehl vorkommt, daß er nicht nur in Wasser, sondern auch in verdünntem Alkohol löslich ist und durch Zellophanmembranen diffundiert[5]). Er muß also kleinmolekular sein, und er ist auch alkalistabiler als B_1 und B_2. Manches spricht dafür, daß B_x aus mindestens zwei verschiedenen Komponenten bestehen muß, deren eine für Tribolium lebensnotwendig ist, während der anderen lediglich die Rolle eines „Beschleunigers" zukommt[6]). Bei ihrem Fehlen wird die Entwicklungsgeschwindigkeit etwas verzögert.

Soweit war die Analyse der Hefefaktoren gediehen, als 1939 der Krieg diesen Untersuchungen ein vorzeitiges Ende bereitete. Erst seit 1948 konnten die Arbeiten in München wieder aufgenommen werden, nachdem inzwischen in Basel H. ROSENTHAL und T. REICHSTEIN, auf den Resultaten von FRÖBRICH und OFFHAUS aufbauend, weitere Fortschritte in der Analyse der Hefefaktoren erzielt hatten.

Durch die Untersuchungen der Basler Schule erfuhren nicht nur die Resultate von FRÖBRICH-OFFHAUS eine glänzende Bestätigung, sondern es konnte auch die Vermutung FRÖBRICHs, daß der Faktor B_x womöglich komplexer Natur ist und B_6 (= Pyridoxin)[7]) und der P.P.-Faktor (= Nikotinsäureamid) Teilkomponenten von B_x sind, als richtig bestätigt werden. Als weitere lebenswichtige Komponenten von B_x konnten ROSENTHAL und REICHSTEIN noch β-Biotin[8]) und Pantothensäure[3]) in der wäßrigen Hefefraktion nachweisen. Aber all diese Stoffe zusammen sind immer noch nicht in der Lage die B_x-Wirkung ganz zu ersetzen. Selbst zusätzliche Gaben von Cholinchlorid, p-Aminobenzoesäure und Meso-Inosit reichen nicht zur Ergänzung aus. Diese Stoffe wirken möglicherweise als „Beschleuniger" sich günstig auf die Entwicklungsgeschwindigkeit aus; aber sie sind nicht lebensnotwendig. Bei ihrem Fehlen verzögert sich nur das Entwicklungstempo.

Auf Grund ihrer Versuche schließen ROSENTHAL und REICHSTEIN, daß noch mindestens zwei weitere Faktoren für Tribolium lebensnotwendig sind. Sie stimmen mit FRAENKEL und Mitarbeitern (1948 und 1950) darin überein, daß einer davon, der wasserlösliche, die Folsäure ist. Der andere, wasserunlösliche Faktor muß zur Komplettierung der Diät in Form des Heferückstandes noch zugesetzt werden. Auf die Widersprüche, die sich dabei mit den Angaben von FRAENKEL und Mitarbeitern ergeben, welche für den Mehlkäfer Tenebrio noch einen weiteren, wasserlöslichen und lebensnotwendigen Faktor B_T im wasserlöslichen Hefeanteil festgestellt haben, soll weiter unten eingegangen werden.

In einer großen Versuchsreihe an einem Material, das bis heute etwa 40000 Einzeltiere umfaßt, gelang es uns, die noch bestehende Lücke zu schließen. Es wurden sowohl Extrakte aus Bierhefe als auch die an B_1 und B_2 armen Extrakte aus Holzzuckerhefe (Torulopsis utilis) geprüft und dabei die Entwicklungsgeschwindigkeit (von der frischgeschlüpften Larve bis zur Puppe) als Wertmesser für die Diäten verwendet

[1]) OFFHAUS 1939, S. 396. Auch „Vitamin T" verträgt nach GOETSCH unbeschadet Temperaturen von 120° C. GOETSCH 1947, S. 87.

[2]) Nur bei Verwendung von Hühnereiklar als Eiweißquelle!

[3]) LUNDE u. KRINGSTAD beschrieben im gleichen Jahre 1939 ebenfalls einen Hefefaktor B_x (Antigrauehaare-Faktor), welcher später mit Pantothensäure identifiziert wurde. Dieses Vitamin ist — wie noch gezeigt werden soll — eine Teilkomponente des OFFHAUS-FRÖBRICHschen Faktors B_x.

[4]) Auch der FRAENKELsche Faktor B_T ist außer in Hefe noch in Leber vorhanden! G. FRAENKEL und Mitarbeiter 1948.

[5]) FRÖBRICH (1939) S. 355, 375. Auf diese Angaben FRÖBRICHs sei hier nachdrücklichst verwiesen, da W. GOETSCH (1947, S. 87) für seinen „Vitamin T-Komplex" genau dieselben Angaben macht.

[6]) Diese entwicklungsbeschleunigende Wirkung gibt GOETSCH auch für das Vitamin T an, wenn er von einer „Kompressorwirkung" spricht. OFFHAUS 1939, S. 406, 408. GOETSCH 1947, S. 87.

[7]) FRÖBRICH S. 355 unten.

[8]) OFFHAUS S. 408, Punkt 4.

(Temperatur 31,5° C, Luftfeuchtigkeit 90%). Es ist uns schließlich gelungen, die Triboliumlarven in einer vollsynthetischen Diät im Verlaufe von 29 bis 30 Tagen zur Verpuppung zu bringen. Wir schließen daraus, daß ähnlich wirkende, wenn nicht überhaupt die gleichen Substanzen, wie wir sie verwendet haben, in der Hefe vorkommen. Es sind dies im wasserlöslichen Anteil: Thiamin, Laktoflavin, Pyridoxin, Nikotinsäureamid, Pantothensäure, β-Biotin, Folsäure, B_{12}, p-Aminobenzoesäure und Cystein, während der wasserunlösliche Heferest (Faktor U von FRÖBRICH, Faktor U_2 von REICHSTEIN) durch Ergosterin und Histidin[1]) ersetzt werden kann. Diese Kombination von 12 verschiedenen Wirkstoffen in geeignetem Mischungsverhältnis ergibt ideales Wachstum für Tribolium confusum.

Die scheinbar einander widersprechenden Angaben von G. FRAENKEL und T. REICHSTEIN lassen sich wohl durch die verschieden weit getriebene Extraktion der Hefe erklären. Es geht dies aus Versuchen hervor, welche J. REITINGER an unserm Institut angestellt hat. REITINGER hat kleine Mengen (1 g) des zur Gewichtskonstanz getrockneten Extraktionsgutes (z.B. Bierhefe) mit der 170fachen Menge von 50% Alkohol 6 Std lang im Soxhlet extrahiert. Es gelang ihm so die restlose Auslaugung der Hefe. Die Extrakte, welche er erhielt, waren im Gegensatz zu den Extrakten von FRÖBRICH und OFFHAUS schon ohne Beifügung von Faktor U (= Heferest) voll wirksam. (Verpuppungszeit: 35 Tage.) Extrahierte er aber unter denselben Kautelen die Hefe nur mit Wasser, dann war es nötig zur Komplettierung der Diät den Heferückstand zuzusetzen, der voll und ganz durch Ergosterin und Histidin ersetzt werden kann. (Verpuppungszeit: 30 Tage.) Daraus folgt, daß nur bei erschöpfender alkoholischer Extraktion alle lebensnotwendigen Komponenten der Hefe eluiert werden.

G. FRAENKEL und Mitarbeiter konnten auf den wasserunlöslichen Heferest verzichten, wenn sie β-Biotin und Cholesterin den wäßrigen Auszügen der Hefe zusetzten. Aber sie konnten nicht auf den Faktor B_T verzichten. Es wäre doch der Mühe wert, nachzuprüfen, ob sich nicht in ihrer Diätenkombination B_T durch Histidin oder eine andere gleichwertige Aminosäure ersetzen ließe.

T. REICHSTEIN, der nicht auf den Faktor $F\,U_1$ verzichten kann, sobald er das Vitamingemisch 1 bis 10[2]) + Cholesterin mit seiner Kaseinmangeldiät verfüttert, kann das sehr wohl, wenn er die miteinander vereinigten 10 Teilfraktionen der wäßrigen und der alkoholischen Extraktionsphasen mit der Mangeldiät verfüttert. Das veranlaßte REICHSTEIN, den Faktor $F\,U_2$ aus dem wäßrigen Hefeextrakt Fl_1 (identisch mit Faktor B_x von FRÖBRICH-OFFHAUS) zu isolieren. Das Ergebnis war, daß der Faktor $F\,U_2$ teils im Rückstand, teils im Extrakt zu finden war[3]). Seine Vermutung, daß es sich um eine Aminosäure handeln könnte, kann nur unsere eigene Auffassung stützen, welche dahingeht, daß diese Aminosäure höchstwahrscheinlich Histidin ist.

[1]) Wie das bereits OFFHAUS vermutet hatte. OFFHAUS S.425.

[2]) 1. B_1, 2. B_2, 3. B_6, 4. Nikotinsäureamid, 5. Pantothensaures Ca, 6. β-Biotin, 7. Meso-Inosit, 8. p-Aminobenzoesäure, 9. Cholinchlorhydrat, 10. Folsäure.

[3]) Siehe ROSENTHAL u. REICHSTEIN 1945, S. 365 unten.

Nach unseren bisherigen Erfahrungen und sorgfältigsten Prüfungen liegen auch keinerlei Anhaltspunkte dafür vor, daß es ein besonderes „Vitamin T" gibt. Es ist bisher weder GOETSCH noch seinem Schüler LANG gelungen, die Existenz eines selbständigen neuen Vitamins „T" einwandfrei unter Beweis zu stellen. Frühere Angaben von GOETSCH (1948), wonach es ihm geglückt ist, das Vitamin in kristallisierter Form zu gewinnen, haben sich bald darauf als irrig erwiesen. Nach brieflichen Mitteilungen von GOETSCH soll bereits an der Strukturformel des neuen Vitamins gearbeitet werden. Doch dürften derartige Versuche verfrüht sein, solange die Summenformel eines Körpers noch nicht bekannt ist. Tatsache ist, daß es weder GOETSCH noch seinen Mitarbeitern bisher gelungen ist, das neue „Vitamin T" von der Summe der übrigen oben genannten Vitamine der Hefe und ihrer Aminosäuren abzutrennen. Seinem Schüler LANG war es auch nicht möglich, die als „Vitamin T" deklarierten Hefedialysate mit optimalem Wachstumserfolg durch eine vollsynthetische Diät zu ersetzen. Es ist hier nicht der Platz, im einzelnen die Beweisführung anzutreten. Dies sei an Hand eines hinreichend großen Zahlenmaterials der ausführlichen Arbeit vorbehalten.

Das von der Firma „Pharmazell" in den Handel gebrachte Präparat „Vitamin T Goetsch", an dessen Wirksamkeit auf Grund eigener Beobachtungen nicht im geringsten zu zweifeln ist, ist im wesentlichen ein auf Hefebasis ausgearbeitetes Konzentrat, das sämtliche lebensnotwendigen und wachstumsbeschleunigenden Wirkstoffe enthält.

Nachdem erwiesen ist, daß Tribolium confusum präzise auf ein Vitamindefizit anspricht, kann man mit diesem Testobjekt ganz bestimmte Vitamine nachweisen. Nach einer von K. OFFHAUS theoretisch ausgearbeiteten Methode, die augenblicklich gerade praktisch überprüft wird, lassen sich voraussichtlich aus einem Vitamingemisch unbekannter Zusammensetzung folgende Vitamine bestimmen: B_1, B_2, Pyridoxin, Nikotinsäureamid, Pantothensäure, Folsäure und β-Biotin.

Von allgemeinerem Interesse werden die Wirkstoffuntersuchungen an Tribolium dadurch, daß sie sich auch auf andere Objekte übertragen lassen. So z.B. reagieren Protozoen sofort durch Steigerung der Vermehrungsquote, wenn zum Kulturmedium geringe Mengen des Wirkstoffkomplexes der Hefe oder synthetische Vitamingemische zugesetzt werden. L. HEDLER, welche am Staatsgut Grub Versuche mit Kälbern anstellte, beobachtete nach Verabfolgung von Hefeextrakten an Kälbern ein deutliches Ansteigen der Infusorienzahl im Pansen. G. KREITMAIER machte im Prinzip dieselbe Feststellung bei Paramaecium caudatum. Was uns aber an seinen Versuchen besonders auffällt, ist eine Steigerung der Vitaminaktivität, welche bei kombinierter Verabfolgung von Vitaminen und Aminosäuren eintritt. Zur gleichen Erkenntnis ist auch K. OFFHAUS gekommen, aus dessen Versuchen hervorgeht, daß es bei Vitaminuntersuchungen nicht immer so sehr auf den absoluten Vitamingehalt ankommt als vielmehr auf die *Vitaminaktivität*. Ein Beispiel möge dies erläutern: Testet man z.B. auf B_{12} mit Laktobacillus Leichmannii, so erhält man einen ganz bestimmten, einer Konzentrationsstufe zugeordneten Wert. Gibt man aber derselben B_{12}-Lösung Hefenukleinsäure zu, so erhöht sich die Wirksamkeit

der Lösung auf das Doppelte im gleichen Test. Nukleinsäure allein aber spricht nicht an. Diese Feststellung ist insofern von großer Wichtigkeit, als sie zeigt, daß man mit dem Absoluttest nicht alle biologischen Zusammenhänge erfassen kann. Der biologische Test wird in solchen Fällen dem chemischen Test immer überlegen sein.

Schließlich sei noch darauf hingewiesen, daß jene Untersuchungen an Tribolium, die von den Insektensymbiosen ihren Ausgang nahmen, letzten Endes, auch von wirtschaftlichem und medizinischem Standpunkte gesehen, recht bedeutungsvoll sind. Es hat sich nämlich gezeigt, daß jene Wirkstoffe, welche für Tribolium unentbehrlich sind, auch für den Säugetierorganismus, und ganz allgemein für die Wirbeltiere, dieselbe lebenswichtige Bedeutung haben. Es ist zweifelsohne ein großes Verdienst von W. GOETSCH, wenn er unsere Erfahrungen an Insekten in etwas kühner Weise, aber erfolgreich auf die Wirbeltiere und schließlich auch auf den Menschen übertragen hat; allerdings ohne zu wissen, was das Kompositum ist, das er etwas voreilig „Vitamin T" nannte.

GOETSCH[1]) berichtet von recht beachtlichen Wachstumserfolgen bei Kücken, Schweinen und Kälbern. Soweit meine Schülerin L. HEDLER im Staatsgut Grub (Direktor Prof. Dr. ZORN) unter Leitung von Prof. VOGEL ähnliche Versuche an Jungferkeln anstellte, kam sie gleichfalls zu positiven Ergebnissen. Es wurde zwar niemals ein Wachstum über die Norm festgestellt — damit stimmen auch Angaben von B. KLATT über Fütterungsversuche von Tritonen mit Vitamin T bzw. B_x überein —; aber es konnte bei Herabsetzung der Futtermenge auf $^2/_3$ der Norm unter gleichzeitiger Zugabe geringer Dosen von Hefewirkstoffen das gleiche Endgewicht erzielt werden wie bei den normal gefütterten Kontrollen. Ebenso positiv sind die Rattenversuche von J. BANDIER und die Mäuseexperimente von G. JOBST zu bewerten, welche die erst anlaufenden Schweineversuche in gewisser Hinsicht untermauern.

Endlich seien noch die klinisch sehr bedeutsamen Ergebnisse von W. LENGSFELD (Kinderklinik Amberg) erwähnt, welche an einem relativ großen Material von dystrophischen und atrophischen Säuglingen, zum Teil in besonders eindrucksvoller Weise an Zwillingen erzielt wurden. In 58% der Fälle wurden solche Kinder, denen regelmäßig kleine Mengen des auch für Tribolium optimal wirksamen Präparates gereicht wurden, wieder ernährbar, und die Gewichtskurven lassen nach vorherigem stetem Absinken oder Stillstand mit Beginn der Behandlung einen deutlichen Knick nach oben und von da an ein stetes Ansteigen der täglichen Zunahme erkennen.

Als ich einst meine ersten erfolgreichen Versuche an Sitodrepa anstellte, ahnte ich nicht, daß diese Experimente über ein eng begrenztes Gebiet der Symbioseforschung hinauswachsen würden. Aber der Blick weitete sich von dem Augenblick an, als ich, dem tieferen Sinn der Insektensymbiosen nachspürend, auf das immer mehr an Ausdehnung zunehmende Gebiet der Wirkstoffe stieß. Damit wurde der ursprüngliche, eng gesteckte Rahmen gesprengt, und es ergaben sich auf einmal da und dort größere Zusammenhänge zwischen der biologischen Bedeutung der Endosymbiosen einerseits, und ganz allgemeinen Fragen der Medizin, insbesondere der Ernährungsphysiologie, andererseits.

[1]) GOETSCH 1949 und KAISER 1949.

Literatur.

BERGER, HANS-HELMUT: Mschr. Kinderheilk. **98**, 433 (1950). — BERSIN, TH., u. K. BELLER: Tierärztl. Umsch. **1950**, Nr 11/12, 198. — BLEWETT, M., and G. FRAENKEL: Proc. roy. Soc., Lond. B **132**, 212 (1944). — BUCHNER, PAUL: Nova Acta Leopold., N. F. **8**, Nr 52 (1940). — Symbiose der Tiere mit pflanzlichen Mikroorganismen. Sammlung Göschen, 2. Aufl., Bd. 1128. Berlin 1949. Die bei BUCHNER zit. Literatur wurde hier nicht angeführt. — BUCHSBAUM, R., and M. BUCHSBAUM: Science (Lancaster, Pa.) **80**, 408 (1934). — BÜHL, H.: Münch. med. Wschr. **1950**, Nr 27/28, 1130. — FINK, ROMAN: Experimentelle morphologische und physiologische Untersuchungen an Coccidensymbionten. (Nach derzeit noch laufenden Untersuchungen.) — FRAENKEL, G.: R. College of Sci. J. **13**, 59 (1943). — FRAENKEL, G., M. BLEWETT and M. COLES: Nature (Lond.) **161**, 981 (1948). — Physiologic. Zool. **23**, 92 (1950). — FRÖBRICH, G.: Z. vergl. Physiol. **27**, 335 (1939). — GOETSCH, W.: Z. Vitamin-, Hormon- u. Fermentforsch. **1**, 87 (1947). — Naturwiss. Rdsch. **1**, 115 (1948). — Verh. dtsch. zool. Ges. **1949**, 269. — Österr. Apotheker-Ztg F **18** (1950) (dort auch alle anderen Arbeiten von G. zitiert). — GOETSCH, W., u. G. NUHSBAUMER: Ärztl. Prax. **2**, Nr 10 (1950). — GRAEBNER, KARL-ERICH: Vergleichend physiologische Studien an Anobiiden- und Cerambycidensymbionten. (Nach noch laufenden Untersuchungen.) — GROB, C. A., T. REICHSTEIN u. H. ROSENTHAL: Experientia **1**, H. 8 (1945). — GROB, C. A., u. TH. BRUNNER: Experientia **2**, H. 11 (1946). — HEDLER, LISELOTTE: Untersuchungen über den Einfluß einer milcharmen Jugendernährung auf die Körperentwicklung und Verdauungsvorgänge bei Kälbern. (Nach noch unveröffentlichten Untersuchungen.) — JOBST, GEORG: Fütterungsversuche mit Wirkstoffen an weißen Mäusen. (Nach noch laufenden Untersuchungen.) — KAISER, R.: Wien. tierärztl. Mschr. **36**, 305 (1949). — KELLER, HERBERT: Z. Naturforschg. **5b**, 269 (1950). — KLATT, B.: Zool. Anz. **145**, 261 (1950). — KOCH, ANTON: Naturwiss. Rdsch. **1**, 166 (1948). — Biol. Zbl. **53** (1933). — Z. Morph. u. Ökol. Tiere **32** (1936). — Mikrokosmos **38**, 34 (1948). — Naturwiss. **37**, 313 (1950). — Münch. med. Wschr. **1951**, Nr. 13, 696. — Volksgesdh.dienst **1951**. — Verh. dtsch. zool. Ges. **1950**. — KOLLATH, W., u. TORSTEN GILLNÄS: Ärztl. Forschg. **3**, 105 (1949). — KREITMAIER, GEORG: Die Beeinflussung des Wachstums und der Vermehrung von Paramaecium caudatum Ehrbg. durch B-Vitamine und Aminosäuren. Diss. München 1950. — LANG, GÜNTER: Der Einfluß von T-Vitamin Goetsch auf die Entwicklung von Tribolium confusum. Diss. Graz 1949. Nr. 2097. — LENGSFELD, W.: Arch. Kinderheilk. **1951**. — LUNDE, G., u. H. KRINGSTAD: Hoppe-Seylers Z. **257**, 201 (1939). — NUHSBAUMER, G.: Med. Klin. **1949**, 636. — OFFHAUS, KURT: Z. vergl. Physiol. **27**, 384 (1939). — PANT, N. C., and FRAENKEL: Science (Lancaster, Pa.) **112**, No 2913, 498. — PEKLO, J., and J. SATAVA: Nature (Lond.) **163**, 336 (1949). — REITINGER, JOSEPH: Untersuchungen über Wirkstoffquellen für die Entwicklung des amerikanischen Reismehlkäfers Tribolium confusum DUVAL. (Tenebrionidae, Coleoptera). (Nach noch nicht abgeschlossenen Untersuchungen.) — RESÜHR, B.: Arch. Mikrobiol. **9** (1938). — RIPPEL-BALDES, AUGUST: Grundriß der Mikrobiologie. Berlin 1947. — ROSENTHAL, H., u. C. A. GROB: Z. Vitaminforschg. **17**, 27 (1946). — ROSENTHAL, H., and T. REICHSTEIN: Nature (Lond.) **150**, 546 (1942). — Z. Vitaminforschg. **15**, 341 (1945). — RUDOLPH, W.: Vitamine der Hefe, 4. Aufl. Stuttgart 1948. — SCHANDERL, H.: Z. Morph. u. Ökol. Tiere **38** (1942). — SCHANDERL, H., G. LAUFF † u. H. BECKER: Z. Naturforschg. **4b** (1949). — SCHNEIDER, G.: Z. Morph. u. Ökol. Tiere **37** (1940). — SCHNEIDER, LORE: Morphologische und physiologische Untersuchungen an symbiontischen Bakterien. (Noch nicht abgeschlossene Untersuchungen.) — SCHWARTZ, WILH.: Allgemeine Mikrobiologie. Sammlung Göschen Nr. 1155 u. 1157. 1949. — TOTH, L.: The Biological Fixation of atmospheric Nitrogen. Budapest 1946. — Monographs Natural Sciences V. — TOTH, L., A. WOLSKY u. M. BATORI: Z. vergl. Physiol. **30** (1942). — TRAGER, W.: J. of exper. Biol. **14**, 240 (1937). — WEYGAND, F.: Angew. Chem. **62**, Nr. 19 (1950). — ZACHER, JOHANNES: Rebell Bacillus. Leipzig 1949.

Zoologisches Institut München, Abt. Paul Buchner-Institut für experimentelle Symbioseforschung.

Eingegangen am 7. Februar 1951.

Die physiologische Symbiose der Termiten mit Flagellaten und Bakterien.

Von UMBERTO PIERANTONI, Napoli*),**).

Im Jahre 1934 gab ich einen Überblick über unsere Kenntnis von der Ernährung holzfressender Termiten und legte die Wirkungsweise des komplizierten symbiontischen Komplexes dar, den diese und die zahlreichen, die Ampulle des Enddarms bevölkernden und mit den von den Wirten aufgenommenen Holzpartikelchen erfüllten Polymastiginen[1]) darstellen. Dabei wies ich insbesondere nachdrücklich auf die regelmäßig im Protozoenplasma vorkommenden Bakterien hin und betonte, daß ihnen höchstwahrscheinlich die hydrolytische Spaltung der Zellulose zu danken sei. Damals stellte ich bezüglich der ernährungsphysiologischen Situation der Termiten folgende Hypothese auf: die Termiten ernähren sich von den in ihrem Darm lebenden und sich hier dauernd vermehrenden Protozoen; diese aber sind dank der in ihnen enthaltenen Bakterien fähig, die Zellulose in lösliche und damit assimilierbare Kohlenhydrate zu verwandeln. Andererseits sind sie aber auch befähigt, Stickstoff zu binden und so die Proteide des Protozoenplasmas aufzubauen. Gleichzeitig wies ich darauf hin, daß ein solches symbiontisches Ineinandergreifen der Leistungen, wenn es sich bestätigen sollte, die immer noch bestehenden Rätsel der Ernährungsphysiologie der Termiten in jeder Hinsicht aufklären würde.

Absicht dieser Zeilen ist es, aufzuzeigen, welche Fortschritte seitdem auf diesem Gebiet gemacht wurden und inwieweit eigene und fremde Untersuchungen meine damals geäußerten Vermutungen bestätigt haben.

Es liegt auf der Hand, daß, nachdem einmal über die stete Existenz der Flagellaten wie auch der Bakterien im Termitenkörper kein Zweifel mehr bestand, nur von dem Studium von Tieren, die auf experimentellem Wege von dem einen oder anderen Insassen befreit wurden, bedeutsame neue Erfahrungen gewonnen werden konnten. Schon seit geraumer Zeit wissen wir, daß man durch die Einwirkung erhöhter Temperaturen (36 bis 37°), durch Aufzucht in reinem Sauerstoff bei einem Druck von 1 Atm. oder endlich auch durch längeres Hungern protozoenfreie Termiten erzielen kann und daß solche ihrer Darmflagellaten beraubte Tiere nicht lebensfähig sind.

MONTALENTI hat dann gezeigt, daß das Leben solcher Termiten ohne Protozoen durch eine Ernährung mit löslichen Kohlenhydraten verlängert werden kann. Die Lebensnotwendigkeit der Darmfauna der Termiten und ihre Bedeutung für die Verdauung des Holzes war damit erwiesen, und es war gezeigt, daß das Zusammenleben dieser Insekten mit den Protozoen eine echte physiologische Symbiose darstellt, bei welcher letztere Nahrung und Wohnung vom Wirtstier erhalten und diesem ihrerseits Produkte der Holzverdauung, d.h. lösliche Kohlenhydrate (insbesondere Glukose) überlassen.

Ungelöst blieb dabei unter anderem, auf welchem Wege das Protozoenplasma die Zellulose zu hydrolysieren und in Glukose überzuführen vermag. Auch blieb zu untersuchen, woher der zum Aufbau des Protoplasmas nötige Stickstoff stamme. In der Folge stellte ich selbst eine Reihe von Untersuchungen in dieser Richtung an. Ausgehend von der Tatsache, daß zur Hydrolysierung der Zellulose Fermente nötig sind, welche dem Darmkanal der Termiten abgehen und kaum vom Protozoenplasma geliefert werden dürften, und eingedenk dessen, daß bei gewissen holzfressenden Insekten die Verdauung der Zellulose und des Lignins auf die Tätigkeit symbiontischer Mikroorganismen des Darmes zurückgeht, wandte ich meine Aufmerksamkeit der Struktur des Flagellatenplasmas zu und stellte in der Tat mit geeigneten Färbungen fest, daß in den wichtigsten Flagellaten aus dem Darmblindsack der untersuchten Termiten, Calotermes und Reticulitermes, als wesentliche Bestandteile des Protozoenkörpers stets Myriaden stäbchenförmiger Gebilde vorhanden sind, die entweder an besonderen Stellen des Plasmaleibes lokalisiert (Symbiosome) oder über weite Strecken verteilt sind. Außerdem hat mir das Studium der mittels Hitze oder Hungerwirkung protozoenfrei gemachten Ampulle gezeigt, daß die Ernährung der Termiten ausschließlich mit Hilfe der Protozoen vor sich geht, indem diese dem Wirte nicht nur die durch die Hydrolysierung der Zellulose entstehenden Kohlenhydrate liefern, sondern auch die Proteide ihres Plasmaleibes, welche sie frei im Darmlumen lebenden und stickstoffbindenden Mikroorganismen danken.

Nachdem 1937 unser Einblick in die Ernährung der Termiten bis zu diesem Punkt gediehen war, erschien — insbesondere dank dem sorgfältigen Studium des Darminhaltes von Tieren, die auf experimentellem Weg in gewöhnliche Bedingungen versetzt wurden — der Ablauf des ganzen verwickelten Prozesses nahezu restlos klargelegt.

Meine Entdeckung jener in den verschiedenen Zuständen der Flagellaten studierten bakterienartigen Strukturen bei Calotermes (Fig. 1) und Reticulitermes wurde weitgehend bestätigt, und andere in ausländischen Termiten lebende Formen ergaben ganz ähnliche Bilder. Hierbei sind in erster Linie die zahlreichen Flagellatenstudien KIRBYs zu nennen, der bei Anwendung von Hämatoxylinfarbstoffen und vor allem mit Hilfe des hierzu besonders geeigneten HEIDENHAINschen Hämatoxylins, welches ganz allgemein Symbionten gut färbt, solche Bakterienorganelle[2]) noch bei vielen anderen Polymastiginen zur Darstellung bringen konnte. Nachdem er bereits 1932 in Trichonympha agilis die Anwesenheit „endoplasmatischer Granula"[3]) und in drei Arten von Trichonympha aus Termopsis (Tr. campanula, collaris, sphaerica) „stäbchenförmige Parasiten" gefunden hatte (Fig. 2), beschrieb er unter der Bezeichnung „entozoische[4]) und parasitische Mikroorganismen" eine ganze Reihe von Fällen, in denen in unmittelbarer Kernnähe Massen von Mikroorganismen liegen, die zweifellos dem entsprechen, was ich als der Hydrolysierung der Zellulose dienende symbiontische Organelle angesprochen habe.

*) Meinem Kollegen und Freunde Prof. P. BUCHNER zum 65. Geburtstag gewidmet.

**) Ins Deutsche übersetzt von G. BUCHNER, Neapel.

[1]) Polymastiginen sind eine Ordnung der Geißeltiere, die sich durch den Besitz vieler Geißeln auszeichnet.

[2]) Organelle sind Protoplasmadifferenzierungen der Einzeller, welche den Organen der Vielzeller entsprechen.

[3]) Im Protoplasma der Geißeltiere liegende Körnchen.

[4]) „Entozoisch" = im Innern des Tieres, in diesem Fall im Protoplasma, liegende Mikroorganismen.

Ohne einen entsprechenden Schritt zu tun, legt KIRBY dar, daß diese stäbchen- und fadenförmigen „Parasiten", die bei Tr. campanula und collaris in Nachbarschaft des Kernes liegen, besonders interessant seien, da sie sich bei allen Individuen in ungefähr gleicher Menge fänden. Wäre KIRBY mit den Tatsachen der Symbioseforschung vertrauter gewesen, so hätte ihm gerade diese bei unzweifelhaften Symbiosen immer wiederkehrende Erscheinung des lückenlosen Vorkommens und der streng begrenzten Vermehrungsrate ein deutlicher Hinweis auf ein auch hier vorliegendes symbiontisches Verhältnis sein müssen.

Verfolgt man die weitere Literatur über polymastigine Flagellaten, so ergibt sich, daß, wo immer solche holzfressenden Formen mit geeigneten Färbemethoden und insbesondere mit Eisenhämatoxylin untersucht wurden, stets derartige symbiontische Organelle mit spezifischen Mikroorganismen festzustellen waren. So vermerkt KIRBY in Arbeiten, die er neuerdings über Devescovinen[1]) veröffentlichte, bei Caduceia theobromae FRANCA und Caduceia nova KIRBY die Anwesenheit stäbchenförmiger Mikroorganismen, die auf ein rundes Feld begrenzt sind (Fig. 3), in Pseudodevescovina ramosa KIRBY periphere verlängerte Granula, die am ganzen Körper eine regelmäßige Lage unmittelbar unter der Oberfläche bilden, und in Macrotrichomonas pulchra eine wechselnde Zahl von Stäbchen in der Gegend des sog. Capitulum, eines nächst dem Kern lokalisierten Organells, sei es, daß sie in ihm oder unmittelbar hinter seiner Membran liegen (Fig. 4). Auch in den von KIRBY beschriebenen Fällen handelt es sich also um echte, scharf umschriebene Organelle, die einen wesentlichen Faktor in der anatomisch-zytologischen Konstitution des Protozoenkörpers darstellen und den von dem gleichen Autor beschriebenen Strukturen des Trichonymphidenplasmas und den von mir geschilderten Einschlüssen der in unseren heimischen Termiten lebenden Polymastiginen (insbesondere Joenia, Mesojoenia, Trichonympha) analog sind.

Die neueste Literatur über den Feinbau der in den Termiten lebenden Flagellaten liefert weitere Belege für ein konstantes Vorkommen von Bakterien, die bald scharf zu Organellen zusammengefaßt sind, bald diffus im Plasma verteilt oder doch wenigstens auf bestimmte Zonen beschränkt erscheinen. 1939 hat H. KIRBY jr. auf dem 3. Internationalen Kongreß für Mikrobiologie in New York über dieses häufige Vorkommen zusammenfassend berichtet. Doch überschreitet auch er dabei keineswegs die Grenzen rein systematischer Untersuchungen und setzt die Befunde nicht in Beziehung zu den Funktionen, welche diese Einschlüsse im Haushalt des Protozoons haben müssen. Immerhin betont auch er, daß die Flagellaten in gewissen Fällen stets mit spezifischen Bakterien behaftet sind. Dies gilt z. B. für alle 20 untersuchten Devescovina-Arten und von einigen Caduceia-Arten (s. hierzu auch SCHMIDT, 1948, 1950, der freilich hinsichtlich einer Zellulaseproduktion dieser Bakterien skeptisch ist, obwohl eine solche neuerdings auch für die symbiontischen Bakterien der sich in ähnlicher Weise von zellulosereicher Kost ernährenden Pelomyxen[2]) von KELLER, 1949 erwiesen wurde).

All diese Feststellungen werfen bereits ein wesentliches Licht auf den durch die Protozoen bewirkten Ablauf der Zellulosevergärung im Darmblindsack der Termiten und damit auf den Mechanismus der auf einer Verdauung der Zellulose basierenden Ernährungsweise. Doch wird dieser durch weitere neuere physiologische Untersuchungen noch mehr aufgeklärt.

Der Amerikaner CLEVELAND hatte bekanntlich gezeigt, daß die ihrer Darmfauna beraubten Termiten die Zellulose nicht mehr verdauen können. Da es ihm nicht gelang, zelluloselösende Bakterien aus dem Termitendarm zu isolieren, mußte er schließen, daß lediglich die Protozoen diese Fähigkeit besitzen. Wenn

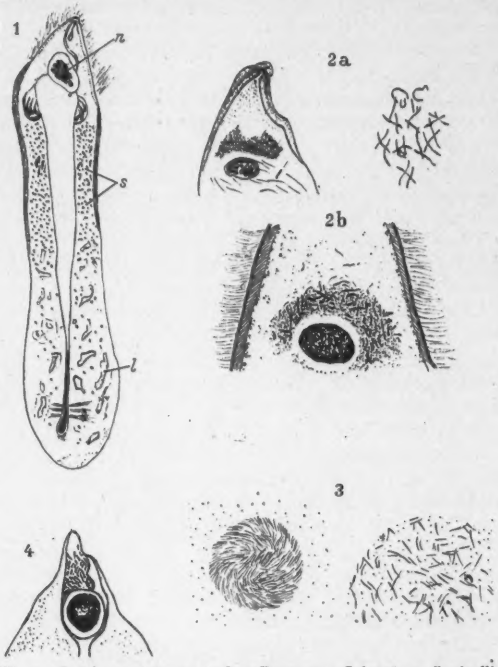


Fig. 1. Joenia annectens aus dem Darm von Calotermes flavicollis (nach PIERANTONI).
l Holzteilchen, *n* Kern, *s* symbiontische Bakterien.
Fig. 2. Ansammlungen von symbiontischen Bakterien in Trichonympha campanula (nach KIRBY).
Fig. 3. Symbiontische Bakterien in Caduceia theobromae (nach KIRBY).
Fig. 4. Vorderende von Macrotrichomonas pulchra mit Symbionten im Capitulum (nach KIRBY).

TRAGER an Kulturen von Trichomonas termopsidis aus Termopsis angusticollis die Fähigkeit der Zelluloselösung feststellen konnte, so bedeutete dies eine Bestätigung der Auffassung CLEVELANDS. Andererseits fehlt es nicht an Stimmen, welche von Bakterienkulturen berichten, die dem Termitendarm entstammten und Zellulose zu lösen vermochten. BECKWITH und ROSE sowie VERONA und BALDACCI sind hier zu nennen. Die beiden letztgenannten Autoren teilen in einer Reihe von Arbeiten mit, daß sie aus den Ampullen unserer einheimischen Termiten Schizomyceten[3]) der Gattung Cytophaga züchten konnten, welche die Zellulose anzugreifen vermochten und andererseits Actinomyceten[4]), welchen diese Fähigkeit abging. Dabei schreiben sie die zelluloselösende Fähigkeit einerseits diesen an der Wand der Ampulle haftenden Schizomyceten und andererseits im Sinne

[1]) Flagellaten aus dem Termitendarm.
[2]) Vielkernige Amöbe.
[3]) Spaltpilze.
[4]) Strahlenpilze.

meiner Auffassung den Protozoen zu. Dies stünde, soweit es die Teilnahme frei im Darm lebender pflanzlicher Mikroorganismen betrifft, im Widerspruch mit den Schlußfolgerungen CLEVELANDs, TRAGERs und meinen eigenen. Doch schalten sich hier recht interessante physiologische Untersuchungen GHIDINIs ein, welche das Problem noch weiter klären.

Er hat sehr sorgfältige Studien über den respiratorischen Quotienten[1]) normaler und durch erhöhte Temperatur protozoenfrei gemachter Termiten angestellt. Dabei bleiben, wie ich dies schon früher feststellte, die an der Wand der Ampulle haftenden Mikroorganismen erhalten, ja sie vermehren sich dann sogar nach meinen Befunden ganz außerordentlich. Nun beträgt der mit dem Mikrorespirometer an Tieren, die eben der Kolonie entnommen wurden, gemessene Quotient 0,97, was dem theoretisch bei der Verbrennung von Kohlenhydraten zu erwartenden Betrag entspricht. Bei Tieren, die ihrer Flagellaten beraubt wurden und denen lediglich reine Zellulose geboten wurde, ergibt sich jedoch ein Quotient von 0,82. Aus diesem Absinken kann man auf eine merkliche Verminderung der oxydativen Prozesse in den protozoenfreien Tieren und eine entsprechende Verlangsamung der bis dahin normalen zelluloselösenden Vorgänge schließen. Wenn man nun andererseits feststellt, daß diese keine Flagellaten besitzenden Termiten die Zellulose nicht zu verdauen vermögen, so resultiert daraus, daß ihr normalerweise vor sich gehender Abbau der Tätigkeit der in den Flagellaten lebenden Bakterien zu danken ist. Eine zelluloselösende Tätigkeit der freien, nach der Defaunation sich vermehrenden Darmflora scheidet demnach aus, und alles spricht nach wie vor dafür, daß meine ursprüngliche Auffassung von der vitalen Bedeutung der in den Flagellaten symbiontisch lebenden Bakterien zu Recht besteht.

Da jedoch das Insekt für seine Ernährung nicht nur Kohlenhydrate, sondern auch stickstoffhaltige Substanzen benötigt, nimmt man allgemein an, daß sich die Termiten in erster Linie von ihren symbiontischen Protozoen ernähren, die sich ja lebhaft vermehren, ihr Plasma mit dem dank der bakteriellen Tätigkeit aus Zellulose und Lignin entstandenen Traubenzucker füllen und dann laufend der Auflösung verfallen. Meine Untersuchungen über die Protozoen während der einzelnen Phasen der Verdauung und in den verschiedenen Darmabschnitten haben dies durchaus bestätigt (s. auch GOETSCH und Mitarbeiter, 1944). Was die Stickstoffquelle der Protozoen anlangt, so besteht diese in dem mit dem zersetzten Holz aufgenommenen Humus und den Bakterien, die sich in diesen Substanzen und im Darmlumen finden, dessen Bakterienflora überreich an Arten ist, welche eine in der verschiedensten Weise dem Wirtstiere zugute kommende Tätigkeit entfalten (s. auch TOTH, 1945, ERGENE, 1949, welcher fand, daß Mischkulturen der im Termitendarm lebenden Coccobakterien in vitro den Stickstoff der Luft zu binden vermögen, und damit eine von mir schon 1936 geäußerte Vermutung bestätigte, und SCHMIDT, 1950).

So bekräftigen die neueren Untersuchungen all das, was ich von Anfang an angenommen hatte. Die Ernährung der Termiten auf Grund der für sie unlöslichen Kohlenhydrate beruht auf einem denkbar komplizierten Ineinandergreifen einer ganzen Reihe von biologischen Geschehnissen. Mindestens drei spezifische Individualitäten sind es, die daran teilnehmen: der Wirtsorganismus, die polymastiginen Flagellaten und die in symbiontischen Organellen (Symbiosomen) zusammengefaßten, eine Zellulase produzierenden Bakterien. Darüber hinaus spielen andere, Stickstoff assimilierende Mikroorganismen eine wesentliche Rolle. Der Darm des Insekts aber, das in so zweckmäßiger Weise von einem ganzen Komplex von lebenswichtigen Mikroorganismen bedient wird, beschränkt sich darauf, die von diesen gebotenen Stoffe zu resorbieren. Damit harmoniert, daß ihm jegliche der Verdauung dienende Drüsen abgehen und daß er letzten Endes nur noch eine geeignete Wohnstätte für alle die Gäste ist, die seinem Gedeihen dienen.

So wunderbar dieser Fall wechselseitiger Anpassung ist, so rätselhaft ist er in stammesgeschichtlicher Hinsicht. Kann man sich doch sowohl das Leben einer Termite ohne Verdauungsdrüsen und ohne Symbionten als auch das der auf die Holzverdauung angewiesenen Protozoen ohne die dazu befähigten Bakterien oder endlich die letzteren ohne das sie umgebende Protozoenplasma und das unentbehrliche Milieu des Termitendarmes schwer vorstellen.

[1]) Unter respiratorischem Quotienten versteht man das Verhältnis der Volumina von abgegebener Kohlensäure und verbrauchtem Sauerstoff.

Literatur.

BECKWITH, T. D., and E. I. ROSE: Proc. Soc. exper. Biol. a. Med. **27** (1929). — CLEVELAND, L. R.: Biol. Bull. **48** (1925); **54** (1928). — ERGENE, S.: Rev. Fac. Sci. Univ. Istanbul, Sér. B **1949**. — GHIDINI, G. M.: Riv. Biol. Colon. **2** (1939). — Boll. Zool. **12** (1941). — GOETSCH, W., K. OFFHAUS u. L. TOTH: Naturwiss. **1944**. — KELLER, H.: Z. Naturforschg. **4b** (1949). — KIRBY, H.: Univ. California Publ. Zool. **37** (1932); **43** (1938). — KIRBY, H. jr.: 3. Internat. Congr. Microbiol. New York 1939. Abstracts and Communications. — PIERANTONI, U.: Riv. Fisica Mat. Sci. natur., N. s. **9** (1934). — Arch. Zool. Ital. **22** (1936); **24** (1937). — SCHMIDT, H.: Verh. dtsch. zool. Ges. **1948**. — Z. Parasitenkde. **14** (1950). — Naturwiss. Rdsch. **1950**. — TOTH, L.: Különnyomat. A Magyar Biologiai Kutatóintezet munkáiból, **16**, 1944—45. — TRAGER, W.: Biol. Bull. **66** (1934). — VERONA, E., e E. BALDACCI: Atti Istit. Bot. Univ. Pavia, IV. s. **11** (1939).

Istituto di Zoologia della Università di Napoli.

Eingegangen am 7. Februar 1951.

Kurze Originalmitteilungen.

Für die Kurzen Originalmitteilungen ist ausschließlich der Verfasser verantwortlich.

Über die Beobachtung einer hellen Randeruption.

Das Bild stark variabler Fleckentätigkeit der Sonne wird in den Monaten März, April und Mai 1951 durch eine größere Fleckengruppe bestimmt, die Ende Januar bereits am Ostrand der Sonne entstand. Bei ihrem Durchgang durch den Zentralmeridian am 18. 4. 51 und 16. 5. 51 erschien die Sonnenfleckengruppe vom Typus F, das ist eine Fleckengruppe im Höhepunkt ihrer Entwicklung, die aus mehreren größeren und unregelmäßigen Hofflecken besteht, zwischen denen viele kleine Zwischenflecke beobachtet werden. Bei einer nahezu lückenlosen chromosphärischen Überwachung der Sonne am 25. 4. 51 von $5^h 47^m$ bis $16^h 39^m$ WEZ, während des Überganges der Gruppe am Westrand auf die unsichtbare Seite der Sonne, wurden auf dem Observatorium Wendelstein drei Randeruptionen beobachtet, von denen eine die Intensität 3 erreichte (Intensitätsskala 1 bis 3). Der Verlauf dieser Eruption in der Position 12N 90W ist in Fig. 1 (obere Kurve) dargestellt (Ordinaten: Helligkeit in Linienbreite der H_α-Linie).

Die Eruption konnte auch in der auf dem Wendelstein laufend durchgeführten Aufzeichnung der atmosphärischen Störungen im Längstwellenbereich (um 15 kHz) registriert werden. Das Registrierbild der Längstwellenstörung wird durch die mittlere Kurve aufgezeigt (Ordinaten: Einheiten der Breite des

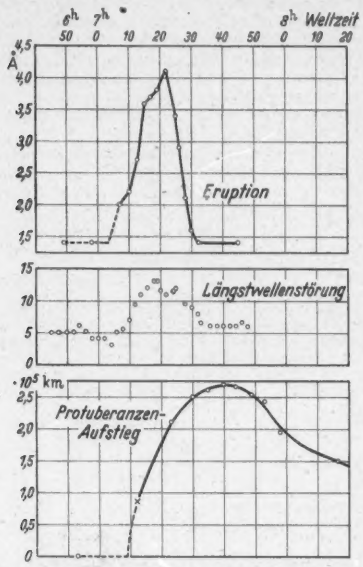


Fig. 1. Verlauf der Randeruption vom 25. 4. 51 und der während der Erscheinung beobachteten Längstwellenstörung und eruptiven Protuberanz.

Registrierblattes). Das Maximum der Funkstörung fällt zeitlich mit dem chromosphärisch beobachteten zusammen.

Um 7^h12^m WEZ wurde visuell im Spektrohelioskop über dem Eruptionsherd als aufsteigende Protuberanz der Auswurf chromosphärischer Materie beobachtet. Diese eruptive

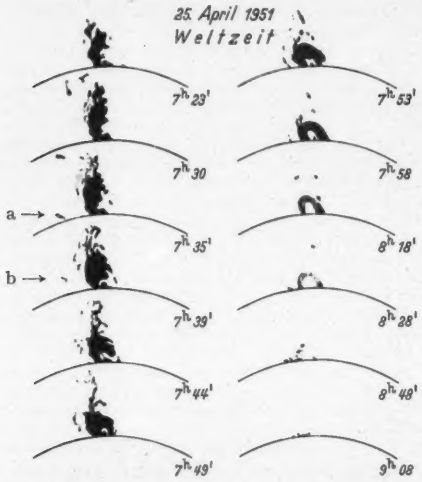


Fig. 2. Der Protuberanzenaufstieg vom 25. 4. 51. Die um 7^h30^m im linken Bildfeld sichtbare „Wolke" ist mit a (zu 7^h39^m gehörig) und mit b (zu 7^h44^m) identisch. Sie bewegte sich zwischen 7^h30^m und 7^h44^m gleichförmig mit 640 000 km/Std aufwärts.

Protuberanz wurde dann mit dem Koronographen ab 7^h23^m photographisch verfolgt. Fig. 2 gibt ein Bild des Vorganges, gezeichnet nach photographischen Aufnahmen, wieder. Ein während der Beobachtung herrschender Südweststurm vereitelte die Durchführung kinematographischer Aufnahmen und wirkte sich durch Verwackelung der Bilder auf die Güte der Aufnahmen aus. Definiert man die Höhe des Auswurfes der feinsten Teile der Protuberanz als Entwicklung und zeichnet als Entwicklungsdiagramm den Verlauf der Erscheinung (Fig. 1, untere Kurve), so lassen sich folgende Erkenntnisse ableiten: Der Höhepunkt des Protuberanzenaufstieges fand statt, als in der Sonneneruption die H_α-Fackelgebiete bereits wieder „normale" Helligkeit hatten. Die Zeitdifferenz zwischen den Maxima von Eruption und eruptiver Protuberanz betrug 20^m. Die letzten Teile der absinkenden Protuberanzenmaterie verschwanden erst gegen 9^h0^m WEZ in der noch lange Zeit danach sichtbaren Fleckenprotuberanz.

Da eine Randeruption als sehr hell leuchtendes Kugelsegment in der Chromosphäre erscheint, ist es oft schwer, eine Eruption von der manchmal sehr ähnlich verlaufenden Erscheinung einer nicht sehr hoch steigenden Protuberanz abnormaler Helligkeit zu unterscheiden. Erfolgt wie am 25. 4. 51 während der Randeruption ein Auswurf chromosphärischer Materie, so werden die Grenzen besonders bei unruhiger Luft leicht verwischt. Die Einschaltung des Koronographen in die Beobachtung ermöglichte eine klare Trennung. Der Beobachter am Spektrohelioskop legte die Meßstelle zur Bestimmung der Linienbreite von H_α in den randfernen Teil des Eruptionsherdes, während der Koronograph ja ausschließlich den Protuberanzenvorgang der Beobachtung zugänglich macht. Bei diesem Vorgehen ist vielleicht die maximale Helligkeit (größte effektive Linienbreite von H_α) zu klein gemessen, es sind jedoch die Zeitmomente der Erscheinungen gut getrennt und sicher festgelegt.

Die Annäherung der großen Fleckengruppe an den Sonnenrand macht sich auch in einer stetigen Erhöhung der monochromatischen koronalen Emission bemerkbar. Die nachfolgende Übersicht gibt für den 20. bis 25. 4. 51 die Summe der Intensitäten (J) der grünen Koronalinie ($d = 5303$ ÅE) am Westrand der Sonne $\sim \pm 10°$ beiderseits der Mittelzone der Fleckengruppe (heliographische Breite $= +13{,}5°$) in Intensitätseinheiten der Wendelsteinskala wieder. (Die Intensitätsmessungen sind auf gleiches Streulicht von $50 \cdot 10^{-6}$ Sonne reduziert.)

April 1951	$\sum_{P\,275°}^{P\,295°} J$
20.	66
22.	98
23.	126
24.	158
25.	181

Es erscheint zweifelhaft, ob etwa schnelle, von dieser am Sonnenrand gelegenen Eruption ausgehende Korpuskeln die Erde getroffen haben. Immerhin hat die nur 16° vom Sonnenrand entfernte Eruption vom 19. 11. 49 beachtliche Ultrastrahlungseffekte ausgelöst und damit gezeigt, daß die harte Ultrastrahlung den Störungsherd auf der Sonne sehr schräg verlassen kann[1]).

Universitätssternwarte München, Sonnenobservatorium Wendelstein.

Rolf Müller.

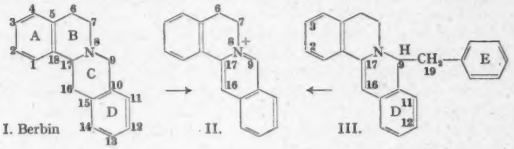
Eingegangen am 29. Mai 1951.

[1]) J. Athmosph. a. Terrestr. Phys. **1**, 37 (1950). — Naturwiss. **37**, 137 (1950).

Über die Abspaltung von Toluol bei der Dehydrierung des 9-Benzyl-desoxy-berberins mit Palladium.

Die Dehydrierung von tertiären Berbinderivaten (I) zu quartären Δ_8, Δ_{16}-Tetra-dehydro-berbiniumsalzen (II) kann man mit Jod[1]) oder Quecksilber-(II)-Azetat[2]) oder mit Edelmetallkatalysatoren[3]),[4]) vornehmen. Die Hexadehydrostufe (Δ_6, Δ_8, Δ_{16}) konnte bisher nicht erreicht werden.

Alkyl- oder Arylsubstituenten am C_9, die man durch Grignard-Reagenzien leicht einführen kann, bleiben dabei erhalten, dagegen wird der Benzylrest (III) abgespalten [III → II, W. Awe[5])]. Die Bindung C_9-C_{19} (Formel III) ist von den Ringen D und E her im Sinne der Doppelbindungsregel nach Staudinger-Schmidt[6]) geschwächt.



Die Dehydrierung des 9-Benzyl-desoxy-berberins[7]) (III)*) mit Palladium in der Versuchsanordnung nach Akabori-Bersch[3]) oder in der Schmelze[4]) führt wie andere Dehydrierungen unter Abspaltung dieser Benzyl-Seitenkette zu einem

dem natürlichen Berberin in allen Eigenschaften entsprechenden 8,9—16,17-Tetradehydro-berbiniumsalz. In früheren Arbeiten war lediglich dieses Spaltstück charakterisiert worden. Es war noch nicht festgestellt und bewiesen worden, in welcher Weise die Benzylseitenkette bei den einzelnen Dehydrierungsreaktionen abgespalten wird. Die Anwendung von Jod als Dehydrierungsmittel führt zur Eliminierung als Benzyljodid (charakterisiert als p-Nitro-benzoesäure-benzylester, Schmp. 83,5 bis 84°), die Dehydrierung mit Quecksilber-(II)-azetat zur Eliminierung als Benzaldehyd (identifiziert als Phenylhydrazon, Schmp. 154 bis 156°).

Bei dem Dehydrierungsversuch mit Palladium nahmen wir überraschenderweise die Bildung von *Toluol* wahr, worauf wir durch die in einer Orangefärbung bestehende Testreaktion mit Antimon-pentachlorid[3]) hingewiesen wurden. Wir konnten dieses auffällige Ergebnis durch Charakterisierung des abgespaltenen Toluols als 2.4-Dinitro-toluol (Schmp. 70°) erhärten.

Einen weiteren Beweis für die Abspaltung ungesättigter Seitenketten aus 9-R-Berbinen(9-R-desoxy-berberinen) im Sinne der Doppelbindungsregel[6]), falls R ein entsprechend konstituierter ungesättigter Rest ist, konnten wir durch analoge Versuche am 9-Allyl-desoxy-berberin erbringen, worüber wir nach Abschluß dieser Arbeiten im Zusammenhang mit weiteren Dehydrierungsversuchen berichten werden.

Braunschweig, Technische Hochschule, Institut für Angewandte Pharmazie.

WALTHER AWE, OTTO HERTEL und HANS KETELS.

Eingegangen am 10. Juli 1951.

[1]) SCHMIDT, E.: Arch. Pharmaz. **232**, 148 (1894).
[2]) GADAMER, J.: Arch. Pharmaz. **253**, 274 (1915).
[3]) BERSCH, H. W.: Arch. Pharmaz. **283**, 192 (1950).
[4]) HERTEL, OTTO: Dipl.-Arbeit, Braunschweig 1950.
[5]) AWE, W.: Angew. Chem. **51**, 149, 231 (1938). — Arch. Pharmaz. **276**, 253 (1938); **282**, 97 (1944).
[6]) STAUDINGER, H.: Helvet. chim. Acta **7**, 25 (1924). — SCHMIDT, O.: Ber. dtsch. chem. Ges. **69**, 1855 (1936).
[7]) Dargestellt nach M. FREUND u. H. BECK: Ber. dtsch. chem. Ges. **37**, 4673 (1904).
[8]) HILPERT, S., u. L. WOLF: Ber. dtsch. chem. Ges. **46**, 2215 (1913).
[9]) Die sauerstoffhaltigen Seitenketten des Berberins an den C-Atomen 2, 3, 11, 12 sind fortgelassen worden.

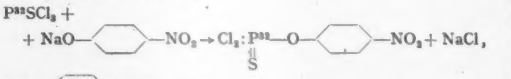
Darstellung von radioaktivem Diäthyl-p-nitrophenyl-monothiophosphat[1]) und Beispiele seiner biologischen Anwendung.

Im Rahmen der Arbeiten über die Wirkungsweise der modernen Kontaktinsecticide am Zoologischen Institut der Universität Heidelberg[2], [3]) wurde in Zusammenarbeit mit dem Chemischen Institut der gleichen Universität die Synthese von P^{32}-Diäthyl-p-nitrophenyl-monothiophosphat auf folgendem Wege durchgeführt:

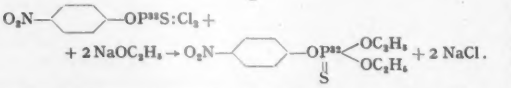
1) $2\,P^{32} + 5\,Cl_2 \rightarrow 2\,P^{32}Cl_5$,

2) $3\,P^{32}Cl_5 + P_2S_5 \rightarrow 5\,P^{32}SCl_3$,

3) $P^{32}SCl_3 +$



4) O_2N-



Roter, radioaktiver Phosphor wurde mit Chlor zu $P^{32}Cl_5$ umgesetzt. Durch Reaktion mit P_2S_5[4]) wurde $P^{32}SCl_3$ in 32%iger Ausbeute erhalten. Dieses wurde durch Destillation gereinigt und anschließend mit p-Nitrophenolnatrium zunächst unter Kühlung, dann auf dem Wasserbad in Dichlor-p-nitrophenyl-monothiophosphat übergeführt. Durch Umsetzung mit Natriumäthylat erhielt man das Endprodukt. Die Synthese des radioaktiven Wirkstoffes ist nicht nur allein von Bedeutung für biologische Versuche, sondern auch für organische Synthesen, in die aktiver Phosphor mit Hilfe von $P^{32}SCl_3$ eingeführt werden kann.

Im Zoologischen Institut wurde der radioaktive Wirkstoff herangezogen für die Bestimmung der von Insekten aufgenommenen Giftmengen und für das Eindringungsvermögen in die Pflanze.

Bei Küchenschaben *(Periplaneta americana L.)* lag selbst bei hoher thorakaler, cuticulärer Applikation (10 mm³ von 0,1% Wirkstoff in wäßriger Emulsion) nach den bisherigen Untersuchungen die aufgenommene, den Tod nach 30 Std herbeiführende Wirkstoffmenge unterhalb von 5 γ je Tier. Gegenüber *Drosophila melanogaster* vg (vestigial) lag die LD_{50} bei 0,00012%.

Bei lagernden Äpfeln wurde nach Applikation von 0,05 cm³ und 0,1 cm³ einer 0,1%igen wäßrigen Emulsion des Wirkstoffes auf eine Schalenfläche von 12 mm² bzw. 71 mm² nach 7 bzw. 15 Tagen eine Strahlung des Phosphors noch in 2,7 mm bzw. 3,0 mm Fruchtfleischtiefe gemessen, jedoch in der Epidermis eine wesentliche Anreicherung etwa um das 5fache und eine Ausbreitung beobachtet. Bei Einlegen von Apfelkernen in eine 0,1%ige wäßrige Wirkstoffemulsion und anschließender Trocknung war zuweilen ein Nachweis des radioaktiven Phosphors im Embryo möglich[5]).

Die biologischen Untersuchungen werden fortgeführt und auch zur Klärung der Aufnahme des Wirkstoffes durch den Säugetierorganismus herangezogen.

Zoologisches Institut der Universität Heidelberg
SIEGFRIED LOCKAU, MANFRED LÜDICKE.
Chemisches Institut der Universität Heidelberg.
FRIEDRICH WEYGAND.

Eingegangen am 19. Juli 1951.

[1]) Dieser Phosphorsäureester soll nach einem Bericht in den Fortschrittberichten über neue Veröffentlichungen auf dem Gebiete der reinen und angewandten Chemie, **33**, Nr. 35, Ref. Nr. 1534—1604 (1947), Leverkusen, als Wirkstoff in dem Handelspräparat E 605f enthalten sein; vgl. auch G. SCHRADER, Angew. Chem. **62**, 471 (1950).

[2]) LÜDICKE, M.: Verh. Dtsch. Zool. Kiel 1948, (1949), S. 122—126.
[3]) LÜDICKE, M.: Z. Pflanzenkrkh. **56**, 31 (1949).
[4]) THORPE, T. E.: Chem. News a. J. of Physical Sci. (London) **24**, 135 (1871).
[5]) HOCHAPFEL, H.: Mitt. biol. Zentralanst. Berlin-Dahlem, H. 70, S. 96—98. 1951.

Photosynthese bei geringen CO_2-Partialdrucken.

Die bei der Photosynthese zu beobachtende Absorption von Kohlendioxyd in grünen Pflanzenorganen wird durch die gleichzeitig im Verlauf des Atmungsprozesses erfolgende Produktion von CO_2 überlagert, wobei Atmungskohlensäure im chlorophyllhaltigen Pflanzengewebe direkt reassimiliert werden kann. Neuere Untersuchungen[1]), [2]), [3]) ergaben, daß grüne Pflanzen bei sehr niedrigen CO_2-Partialdrucken in ihrer Umgebung sowie in CO_2-freier Atmosphäre nicht die gesamte respiratorische Kohlensäure reassimilieren können und selbst bei sehr hohen Lichtintensitäten so lange Kohlendioxyd entbinden, bis in der umgebenden Atmosphäre eine CO_2-Konzentration von etwa 0,009 Vol-% erreicht ist. Nachdem auch HEATH[4]) zeigen konnte, daß beim Durchströmen von Blättern mit Luft unterschiedlichen Kohlendioxydgehalts das aus den Blättern austretende Gasgemisch immer einen CO_2-Gehalt von etwa 0,01 Vol-% aufweist, schien GABRIELSENS Theorie[2]), [3]) von der Existenz eines Grenzwertes für die CO_2-Konzentration bei der Photosynthese der Pflanzen gesichert. Der photosynthetische Prozeß kann hiernach auch bei hohen Lichtintensitäten erst in Gang kommen, wenn in der Umgebung der Assimilationszentren eine Anhäufung von CO_2-Molekeln zu einer Mindestkonzentration von 0,009 Vol-% erfolgt ist.

Die kontinuierliche Erfassung des Kohlensäureumsatzes bei sehr niedrigen CO_2-Partialdrucken in der Umgebung des Pflanzenmaterials macht mit den bisher üblichen Meßmethoden manche Schwierigkeiten. Mit Hilfe des Ultrarotabsorptionsschreibers der Badischen Anilin- & Sodafabrik Ludwigshafen a. Rh. (abgekürzt = URAS)[5]), [6]), [7]), [8]) ist es jedoch möglich, die geringsten Änderungen der CO_2-Konzentration in einem über das Versuchsmaterial hinwegstreichenden Gasgemisch auch bei sehr geringen CO_2-Partialdrucken exakt zu messen und in kurzen Zeitintervallen (alle 30 sec) zu registrieren. Arbeitet man hierbei mit einem in sich geschlossenen Gasstromkreis, indem man ein abgeschlossenes Gasvolumen ununterbrochen über das Versuchsmaterial leitet, so erhält man eine sehr starke Summierung der Effekte. Die Kohlensäureassimilation des Pflanzenmaterials erfolgt bei dieser Versuchsanordnung bei laufend geringer werdendem CO_2-Partialdruck der Umgebung. Die Kohlendioxydproduktion bei der Dunkelatmung führt entsprechend zu einem stetig ansteigenden CO_2-Gehalt in dem abgeschlossenen System. Da die pflanzlichen Stomata bei geringen Kohlendioxydkonzentrationen (unter 0,03 Vol-%) sehr empfindlich gegenüber kleinsten Veränderungen des CO_2-Gehalts im Gasgemisch innerhalb der Atemhöhlen reagieren[9]), sind für diese Untersuchungen vorerst nur Pflanzen ohne variable Spaltöffnungen (Lebermoose, Flechten und einzellige Luftalgen) verwendet worden.

Fig. 1 zeigt die zeitliche Änderung des CO_2-Gehalts in einem abgeschlossenen Luftvolumen bei Belichtung und Verdunkelung des gleichen Versuchsmaterials. Bei Verwendung atmosphärischer Luft mit einem Kohlendioxydgehalt von 0,03 Vol-% sind im Gesamtsystem 2,25 mg CO_2 enthalten; die Strömungsgeschwindigkeit des Gasgemisches betrug bei allen Versuchen 1,5 Liter/min. Werden die Thalli in CO_2-haltiger Luft belichtet, so sinkt der Kohlendioxydgehalt des Luftvolumens zunächst rasch, dann immer langsamer ab und bleibt schließlich bei einem Grenzwert von etwa 0,009 Vol-% konstant. Dasselbe Versuchsmaterial gibt in die zu Versuchsbeginn CO_2-freie Luft bei gleicher Lichtintensität zuerst in stärkerem, dann in geringerem Umfang soviel Kohlendioxyd ab, bis der gleiche Grenzwert erreicht ist. Die im Dunkeln produzierte Menge an Atmungskohlensäure ist direkt proportional der Zeit; der CO_2-Gehalt der zu Versuchsbeginn kohlensäurefreien Luft steigt über den gesamten Meßbereich linear an, d.h. die Kohlendioxydproduktion bei der Dunkelatmung ist in diesem Bereich unabhängig vom CO_2-Partialdruck der

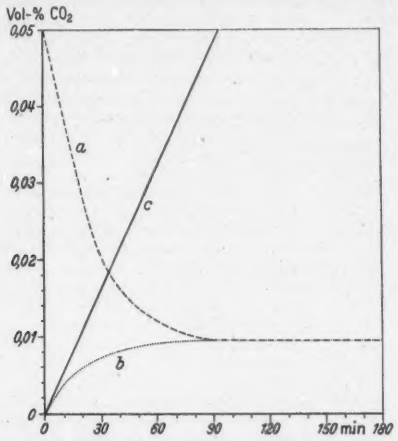


Fig. 1a—c. Fegatella conica. Natürliche Wuchsform in der Größe 8 × 10 cm mit teilweise sich überdeckenden Thalluslappen. Zeitliche Änderung des Kohlendioxydgehalts a in einem CO_2-haltigen, b in einem CO_2-freien Luftvolumen bei Belichtung mit 13000 Lux, c Dunkelatmung. $t = 20°$ C.

Umgebung. Die Differenz in der CO_2-Produktion bei Belichtung und Verdunkelung des Versuchsmaterials in CO_2-freier Luft zeigt deutlich, daß der photosynthetische Prozeß nicht erst beim Erreichen eines „CO_2-Grenzwertes" einsetzt, sondern daß vielmehr bei geringsten CO_2-Partialdrucken ein meßbarer und mit steigender Kohlendioxydspannung immer größer werdender Anteil der Atmungskohlensäure in den Assimilationsprozeß einbezogen wird. Bei einem CO_2-Gehalt von 0,009 Vol-% wird unter diesen Versuchsbedingungen schließlich die gesamte Atmungskohlensäure reassimiliert. Der bisher für das Anlaufen der Photosynthese angenommene „Grenzwert" der CO_2-Konzentration stellt somit nichts anderes dar als eine dynamische Gleichgewichtslage, bei welcher die bei der Photosynthese je Zeiteinheit verbrauchte Kohlendioxydmenge genau so groß ist wie die in der gleichen Zeit im Licht produzierte Menge an Atmungskohlensäure. In bezug auf die CO_2-Bilanz des Versuchsmaterials handelt es sich bei dieser Gleichgewichtslage um einen Kompensationspunkt, der sich bei gleichbleibender Lichtintensität bei einem bestimmten CO_2-Gehalt in der Umgebung des Versuchsmaterials einstellt.

Daß dieser Kompensationspunkt keineswegs bei einer konstanten CO_2-Konzentration liegt, sondern daß seine Lage vielmehr von der Höhe der photosynthetischen Leistung des Pflanzenmaterials abhängig ist, geht aus Fig. 2 hervor. Die Kurvenschar zeigt den zeitlichen Verlauf der CO_2-Entbindung des gleichen Versuchsmaterials in ein zu Versuchsbeginn CO_2-freies Luftvolumen bei verschiedener Lichtintensität. Während bei starker Belichtung ein hoher Prozentsatz der Atmungskohlensäure reassimiliert wird und der Kompensationspunkt bei sehr niedrigem CO_2-Gehalt in der Umgebung des Versuchsmaterials (0,0025 Vol-%) bereits erreicht ist, wird mit abnehmender Lichtintensität und der dadurch bedingten geringeren photosynthetischen Leistung der Pflanzen ein immer kleiner werdender Anteil der Atmungskohlensäure in den Assimilationsprozeß einbezogen. Die vollständige Reassimilation der Atmungskohlensäure erfolgt dann erst bei höheren CO_2-Partialdrucken; der Kompensationspunkt wird bei schwächeren Lichtintensitäten erst bei einer Kohlendioxydkonzentration erreicht, die über dem normalen CO_2-Gehalt der atmosphärischen Luft liegt.

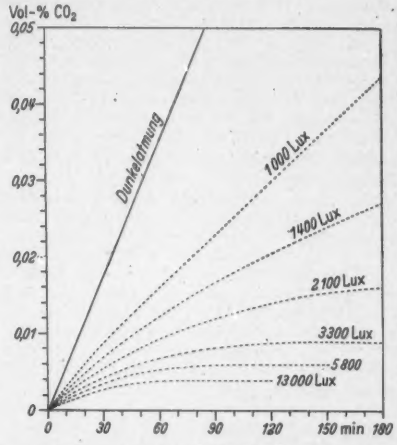


Fig. 2. Fegatella conica. Natürliche Wuchsform in der Größe 8 × 10 cm mit teilweise sich überdeckenden Thalluslappen. Zeitliche Änderung des Kohlendioxydgehalts in einem zu Versuchsbeginn CO_2-freien Luftvolumen bei der Dunkelatmung und bei verschiedenen Lichtintensitäten. $t = 20°$ C.

Eine Analyse des Reassimilationsvorgangs wird in einer ausführlichen Darstellung erfolgen. Der Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft und der Direktion der Badischen Anilin- & Sodafabrik Ludwigshafen a. Rh. sei auch an dieser Stelle für die Unterstützung der Arbeit gedankt.

Frankfurt a. M., Botanisches Institut der Universität.

KARL EGLE.

Eingegangen am 8. Juni 1951.

[1]) AUDUS, L. J.: Ann. of Bot. **11**, 165 (1947).
[2]) GABRIELSEN, E. K.: Nature [London] **161**, 138 (1948); **163**, 359 (1949).
[3]) GABRIELSEN, E. K., u. L. SCHOU: Experientia **5**, 116 (1949).
[4]) HEATH, O. V. S.: Nature [London] **164**, 822 (1949).
[5]) SEYBOLD, A.: Ber. dtsch. bot. Ges. **60**, 64 (1942).
[6]) EGLE, K., u. A. ERNST: Z. Naturforschg **4b**, 351 (1949).
[7]) EGLE, K.: Beitr. Biol. Pflanzen **28**, 145 (1950).
[8]) STRUGGER, S., u. W. BAUMEISTER: Ber. dtsch. bot. Ges. **64**, 5 (1951).
[9]) HEATH, O. V. S.: Nature [London] **161**, 179 (1948).

Die Bestimmung der therapeutischen Breite von Arzneimitteln.

Wert und Gefahr von Arzneimitteln hängen entscheidend von der angewendeten Dosis ab. Der Arzt kann nur dann das Optimum der therapeutischen Wirkung erreichen und zugleich die jedem Arzneimittel zukommenden toxischen Wirkungen vermeiden, wenn ihm für jedes differente Pharmakon die wichtigsten Größen bekannt sind, die es nicht nur hinsichtlich seiner therapeutischen, sondern auch seiner toxischen Wirkung scharf und anschaulich charakterisieren.

Die Wirkungsstärke eines Pharmakons wird gewöhnlich durch die Größe der „mittleren wirksamen Dosis" D_{50} angegeben; das ist die Dosis, bei der 50% der Individuen einer Population eine als „Alles- oder Nichts-Effekt" betrachtete Wirkung zeigen. Die Wahl gerade dieser Größe hat folgenden Grund: Stellt man die Prozentzahl der im Sinne der Versuchsanordnung positiv reagierenden Tiere graphisch als Funktion der Dosis dar, so erhält man bei logarithmischer Abtragung der Dosen meist eine symmetrische S-Kurve, die einer GAUSS-Verteilung entspricht[1]), [2]), [3]). Diese sog. „Wirkungskurve" weist in ihrem Mittelpunkt (50%-Wert) ihre größte Steilheit und damit ihre geringste Fehlerbreite auf. Der 50%-Wert kann daher am genauesten bestimmt werden.

An Stelle der Wirkungs*kurve* wird heute meist die „Wirkungs*gerade* oder Regressions*gerade*" verwendet, die man durch Eintragung der Ergebnisse in das sog. Wahrscheinlichkeitsnetz erhält (HAZEN-Transformation)[4]), [5]), [6]). Die Wirkungsgerade ermöglicht auf einfache Weise eine Interpolation und in begrenztem Umfang eine Extra-

polation auf solche Werte, die experimentell nicht bestimmt worden sind bzw. nur schwer bestimmt werden können.

Die Neigung der Geraden gegen die Dosisabszisse wird meist durch den Tangens des Neigungswinkels ausgedrückt (Richtungs- oder Regressionskoeffizient = R). Die Wirkungsgerade verläuft um so steiler, je gleichmäßiger die Tiere reagieren, je geringer also die individuelle Verschiedenheit innerhalb der untersuchten Population ist. Die Neigung der Wirkungsgeraden („Charakteristik") ist daher ein Maß für die Streuung; meist wird diese aber durch σ ausgedrückt, das zu R in einer einfachen mathematischen Beziehung steht ($R = 1/\sigma$).

Für die Beurteilung eines Pharmakons ist nicht nur die Kenntnis der Wirkungsstärke wichtig, die etwa durch die Angabe des D_{50}- oder irgendeines anderen Wertes definiert sein kann, vielmehr muß auch die Sicherheit bekannt sein, mit der bei einer therapeutisch voll wirksamen Dosis *toxische* Effekte ausgeschlossen werden können. Diese grundlegende Erkenntnis hat als erster PAUL EHRLICH[7]) durch die Schaffung des *chemotherapeutischen Index* bzw. *Quotienten* ($Q_{(\text{Ehrlich})}$) praktisch verwertet. Er versteht darunter das Verhältnis der kleinsten, sicher kurativen D_{C100} zur größten eben noch nicht letalen Dosis (D_{L0}).

$$Q_{(\text{Ehrlich})} = \frac{D_{C100}}{D_{L0}} \text{ †).}$$

EHRLICH verwendet also den „Endpunkt" der therapeutischen und den „Anfangspunkt" der letalen Wirkungsgeraden, wodurch sein chemotherapeutischer Index unabhängig von der Neigung der beiden Geraden wird[8]). Da solche Grenzwerte praktisch jedoch kaum exakt bestimmt werden können, sind verschiedene Autoren[9]),[10]),[11]),[12]),[13]) von den EHRLICHschen Grenzwerten abgerückt und bilden z.B. den D_{50}-Index ($= D_{L50}/D_{C50}$). Dieser Wert gibt den „relativen" Abstand der Wirkungsgeraden für die therapeutische Wirkung von der für die toxische Wirkung an. Dies führt aber, wie wir zeigen konnten[8]), zu Mißdeutungen und Fehlschlüssen, da es nicht genügt, den Abstand der beiden Wirkungsgeraden in ihren Mittelpunkten festzulegen, da zusätzlich die Neigung der Geraden und der Grad einer eventuellen Überlappung berücksichtigt werden muß. Trotz eines beträchtlichen Abstandes der beiden Wirkungsgeraden in ihren Mittelpunkten können sich diese z.B. bei flachem Verlauf überlagern, so daß die volle therapeutische Dosis nicht mehr von allen Tieren vertragen wird. Der D_{50}-Index allein ist deshalb kein befriedigender „Sicherheitsindex".

Der „EHRLICH-Quotient" läßt sich dagegen leicht in eine brauchbare Form überführen, wenn die Grenzwerte durch die „praktischen Endpunkte" der Wirkungsgeraden, nämlich durch die Werte D_{L5} und D_{C95} ersetzt werden. Im Interesse einer größeren Anschaulichkeit wird gleichzeitig die D_{L5} als Bezugswert benutzt. Der so gewonnene therapeutische Index D_{L5}/D_{C95} stellt also nichts anderes dar als den Kehrwert der EHRLICHschen Definition, nun aber in einem praktisch realisierbaren Bereich. Er gibt an, um wieviel die der letalen Wahrscheinlichkeit von 5% entsprechende Dosis größer ist als die der Wirkungswahrscheinlichkeit von 95% entsprechende therapeutische Dosis. Die D_5- und D_{95}-Werte werden durch Extrapolation aus der experimentell mit genügender Genauigkeit bestimmbaren Wirkungsgeraden graphisch oder rechnerisch ermittelt. Wir möchten vorschlagen, diesen therapeutischen Index zu Ehren EHRLICHs, der das Prinzip zuerst erkannt hat, als „EHRLICH-Index" zu bezeichnen.

Der EHRLICH-Index hat den Wert eines „Sicherheitsindex". Er kann als charakteristische und praktisch wichtige Größe zur Beurteilung von Pharmaka angesehen werden, wenngleich er als dimensionslose Zahl naturgemäß wenig anschaulich ist. Aus der Darstellung der Wirkungsgeraden im Wahrscheinlichkeitsnetz läßt sich noch eine weitere Größe gewinnen, die zusätzlich den Vorteil der *Anschaulichkeit* besitzt. Fällt man nämlich (Fig. 1 und 2) von dem Punkt D_{E95} †) das Lot auf die Dosisabszisse, so schneidet dieses die „letale Wirkungsgerade" in einem Punkt, dem auf der Ordinate eine bestimmte Prozent-Wahrscheinlichkeit der letalen Wirkung zugeordnet ist. Dieser Wert gibt an, mit wieviel Prozent Wahrscheinlichkeit einer toxischen Wirkung die in 95% der Fälle therapeutisch wirksame Dosis D_{E95} belastet ist. Er hat als dimensionale Größe den Vorteil großer Anschaulichkeit; seine Bezeichnung könnte „Gefahrenkoeffizient" (G) oder „Toxizität" (T) lauten.

In Verfolg dieser Darlegungen schlagen wir vor, die Wirksamkeit eines Pharmakons durch die Angabe der D_{C95} (bzw. der D_{E95}) und der ihr zugeordneten „Toxizität" im bezeichneten Sinne zu charakterisieren. Die Angabe für ein Pharmakon

$$D_{C95} = 100 \text{ mg/kg}, \quad G = 0{,}5\%$$

würde also besagen, daß die in 95% wirksame Dosis 100 mg/kg beträgt und daß bei dieser Dosis in 0,5% der Fälle mit einer toxischen Wirkung zu rechnen ist. Damit wäre die praktisch wichtige Eigenschaft eines Pharmakons mit 2 Zahlen scharf und anschaulich charakterisiert; die Fig. 1 und 2 sowie das Zahlenbeispiel 3 geben dafür experimentell gewonnene Beispiele.

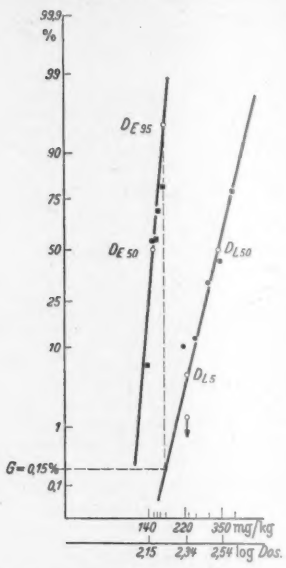


Fig. 1. N-Methyl-zyklohexenyl-methyl-barbitursaures Natrium. Ermittlung der Wirkungsgrade für die narkotische (D_E) (■—■—■) sowie für die letale Wirkung (D_L) (●—●—●) an der weißen Maus bei subkutaner Applikation. Kriterium der narkotischen Wirksamkeit: tiefer Schlaf in Seitenlage bei erhaltenen schwachen Schmerzreflexen [Stadium IV nach [14])]. $DE\,95 = 174$ mg/kg; therapeutischer Index $DL5/DE\,95 = 236/174 = 1{,}36$; Gefahrenkoeffizient $G = 0{,}15\%$. ♀ = 0%-Ergebnis.

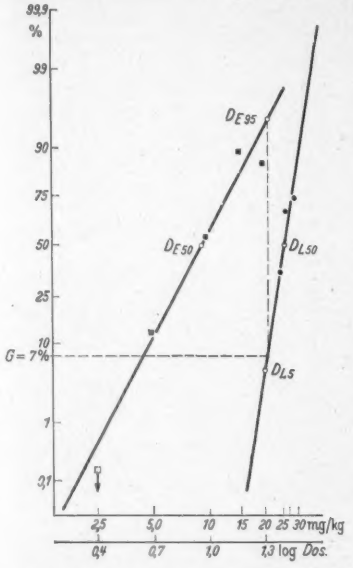


Fig. 2. Papaverinum hydrochloricum. Bestimmung der Wirkungsgerade für die spasmolytische (D_E) (■—■—■) sowie für die letale Wirkung (D_L) (●—●—●) am Meerschweinchen bei intravenöser Applikation. Methode: Dauerspasmus am Ileum des Meerschweinchens in situ durch fortlaufende Durchströmung des Bauchraumes mit $BaCl_2$-Lösung (5×10^{-4}); Auswertung der spasmolytischen Wirkung von Papaverin hydrochl. i.v.[15]). Bestimmung der letalen Wirkungsgeraden unter gleichen Grundbedingungen. $DE\,95 = 21{,}4$ mg/kg; therapeutischer Index $DL5/DE\,95 = 20{,}7/21{,}4 = 0{,}97$; Gefahrenkoeffizient $G = 7\%$. □ = 0%-Ergebnis.

Zahlenbeispiel 3. Hexa-methyl-p-rosanilin-hydrochlorid (Kristallviolett).

Bestimmung der kurativen Wirkungsgeraden (D_C) an der Kaninchenoxyuriasis sowie der letalen Wirkungsgeraden (DL) am Kaninchen bei oraler Applikation [vgl. [8])]. $DC\,95 = 100$ mg/kg; therapeutischer Index $DL5/DC\,95 = 67/100 = 0{,}67$; Gefahrenkoeffizient $G = 20\%$.

Aus der Pharmakologischen und Bakteriologischen Abteilung der Asta-Werke A.G., Chemische Fabrik, Brackwede i. Westf.

NORBERT BROCK und FRANZ J. GEKS.

Eingegangen am 24. Mai 1951.

†) D_C = Dosis curativa; D_L = Dosis letalis.

†) D_E = Dosis effectiva.

[1]) KISSKALT, K.: Z. Hyg. 81, 42 (1915).
[2]) TREVAN, J. W.: Proc. Roy. Soc. [London] Ser. B 101, 483 (1927).

[3]) GADDUM, J. H.: Spec. Rep. Ser. Med. Res. Coun., No 183, London 1933.
[4]) BLISS, C. I.: Quart. J. Pharmacy a. Pharmacol. 11, 192 (1938).
[5]) PRIGGE, R., u. W. SCHÄFER: Arch. exper. Path. u. Pharmakol. 191, 281 (1939).
[6]) VAN DER WAERDEN, B. L.: Arch. exper. Path. u. Pharmakol. 195, 389 (1940).
[7]) EHRLICH, P.: Z. Immun.forschg Ref. 1910, 1123.
[8]) BROCK, N., u. F. J. GEKS: Arzneimitt. Forschg 1, 63 (1951).
[9]) CARLINFANTI, E., u. P. FRANGI: Boll. Ist. sieroter. milan. 21, 145 (1942). Zit. nach PRIGGE, Wertbemessung von Heilseren usw. In Naturforschung und Medizin in Deutschland 1939—1946. Bd. 67, S. 89.
[10]) EAGLE, H.: J. of Pharmacol. 69, 342 (1940).
[11]) EAGLE, H.: J. of Pharmacol. 70, 211 (1940). Persönliche Mitteilung von PRIGGE.
[12]) EAGLE, H.: Publ. Health Rep. 59, 765 (1944).
[13]) ERHARDT, A.: Pharmazie 5, 297 (1950). — Arch. exper. Path. u. Pharmakol. 209, 130 (1950).
[14]) RIESSER, O.: Arch. exper. Path. u. Pharmakol. 189, 151 (1938).
[15]) BROCK, N.: Dtsch. med. Wschr. 1951, 474.

Untersuchungen über Wachstum und Stoffwechsel von Bakterien mit Radioisotopen*).

II. Mitteilung.

Die ^{32}P-Aufnahme von B. coli-Kulturen unter der Einwirkung bakteriostatischer und antibiotischer Substanzen.

In der I. Mitteilung[1]) wurde gezeigt, daß mit Hilfe von Radiophosphor das Wachstum von B. coli-Kulturen quantitativ erfaßt werden kann. Die beschriebene Methodik wurde

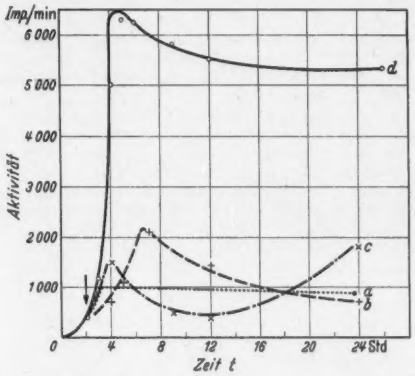


Fig. 1. Aktivitäts-(Wachstums-)Kurven von B. coli-Kulturen unter normalen und wachstumshemmenden Bedingungen. *a* Bei Zusatz von Aristamid; *b* bei Zusatz von Supronal; *c* bei Zusatz von Streptomycin; *d* Kontrolle ohne Zusatz. Der senkrechte Pfeil zeigt die Zeit an, zu der das Antibiotikum zugesetzt worden ist.

dazu benutzt, die Wirkung bakteriostatischer und antibiotischer Verbindungen zu charakterisieren.

B. coli-Kulturen erhielten nach zweistündigem Anwachsen zugesetzt:

a) Aristamid (als einfaches Sulfonamid) 20 mg-%,
b) Supronal (als zusammengesetztes Sulfonamid) 20 mg-%,
c) Streptomycin 10 mg-%.

Phosphatkonzentration der vollsynthetischen Nährlösung = 1 mg-%. Spezifische Aktivität = 39618 ± 123 Imp/min/mg Phosphat. Wachstumsunterbrechung der Kulturen nach 3, 4, 6, 9, 12, 24 Std. Trennung von Kultur und Medium mittels Filtration nach ZSIGMONDY. Aktivitätsbestimmung des Filterrückstandes (Kultur) in üblicher Weise[2]).

Ergebnisse. Die Fig. 1 zeigt die durch die ^{32}P-Aktivität der Bakterienpopulation (Filterrückstand!) definierten Wachstumskurven von vier B. coli-Kulturen.

Die Aktivitätskurve der unbeeinflußt wachsenden Kontrollkultur nimmt den schon früher als dreiphasig beschriebenen Verlauf (Phasen des Anwachsens, des logarithmischen Wachstums und der Regression).

Im Vergleich dazu und unter den gewählten Versuchsbedingungen erreicht die Aktivitätskurve der der Einwirkung von *Aristamid* ausgesetzten Kultur mit einer wenig geringeren Steigung ein Aktivitätsmaximum (maximale Populationszahl!), das beträchtlich unter dem der Kontrollkultur liegt. Der Abfall der Aktivitätskurve in der Regressionsphase (Verminderung der Population) entspricht jedoch im Verhältnis etwa dem der Kontrollkultur, ist also auf keinen Fall gesteigert. Die Aristamidwirkung kennzeichnet sich demnach als rein wachstumshemmend, d.h. *bakteriostatisch*.

Dem *Supronal* kommt dagegen unter den hier gewählten Bedingungen neben der bakteriostatischen offenbar auch eine *bakterizide* Wirkung zu. Denn die Aktivitätskurve der „Supronalkultur" fällt, nachdem sie in auffällig flacher Steigung (verminderte Teilungsgeschwindigkeit in der Wachstumsphase?) ihr Maximum erreicht hat, steil ab, d.h. die Population vermindert sich rapide (gesteigerte Lyse durch Bakterizidie!).

Die Aktivitätskurve der „*Streptomycin*-Kultur" zeigt einen Verlauf, an dem zunächst der bakteriostatische und bakterizide Effekt des Streptomycins sichtbar wird. Nach etwa 12 Std nimmt die Aktivität der Kultur jedoch wieder zu, d.h., es ist erneut eine mit Vermehrung der Population einhergehende Keimproliferation zu verzeichnen.

[Es scheint, daß dieses eigenartig mehrphasige Wachstum von invitro-Kulturen ein Charakteristikum für die Wirkungsweise aller echten Antibiotika ist. Es wurde z.B. ebenfalls bei Penicillinversuchen) an entsprechenden Kulturen mit der turbidimetrischen Methode festgestellt.]

In Ergänzung zur Fig. 1 sind in der Tabelle 1 die Werte des prozentualen Wachstums der durch die bezeichneten Verbindungen beeinflußten Kulturen im Vergleich zur Kontrolle = 100 errechnet. Sie vermitteln einen Eindruck von der Größenordnung der Bakteriostase und Bakterizidie.

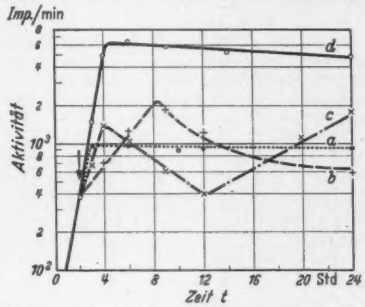


Fig. 2. Die Kurven der Fig. 1 in halblogarithmischem Netz (Erläuterung s. Text). Bedeutung der Buchstaben und des Pfeils wie bei Fig. 1.

Tabelle 1. *Wachstum der B. coli-Kulturen.*

Versuch	3 Std	4 Std	6 Std	9 Std	12 Std	24 Std
Kontrolle . . .	100	100	100	100	100	100
Aristamid	84,2	62,5	22,4	16,2	17,5	18,5
Supronal	33,2	14,6	19,6	39,4	27,2	12,4
Streptomycin . .	80	31,2	21	14	12,9	30,2

Bei der mathematischen Analyse des Kurvenverlaufes einer unbeeinflußt wachsenden (also Kontroll-)Kultur hatte sich gezeigt, daß die Kurvenabschnitte des logarithmischen Wachstums und der Regression — die Phase des Anwachsens wurde nicht berücksichtigt — durch eine *e-Funktion* beschrieben werden können, für die der allgemeine Formelausdruck gilt:

$$Z_t = K \cdot e^{\pm \xi t}.$$

Z_t = Aktivität zur Zeit t; K = Konstante; $\pm \xi$ = für logarithmisches Wachstum bzw. Regression charakteristischer Potenzexponent.

Die Fig. 2 zeigt nun, daß die entsprechenden Abschnitte der Aktivitätskurven auch bei den wachstumsgestörten Kulturen geradlinig verlaufen mit Ausnahme des (gekrümmten) Kurvenabschnittes der bakteriziden Phase der Supronalkultur (zusammengesetztes Sulfonamid?). Sie lassen sich demnach bemerkenswerter Weise durch den gleichen einfachen Ausdruck beschreiben, wobei je nach Aktivitätsmaximum (maximale Populationszahl) und je nach (positiver bzw. negativer) Steigung der Kurvenstücke (Vermehrung bzw. Verminderung der Population) andere Werte für K bzw. $\pm \xi$ eintreten (Tabelle 2).

*) Mit dankenswerter Unterstützung durch die Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft.

Tabelle 2.

	K_1	K_2	$+\xi_1$	$-\xi_2$
Kontrolle	28	6700	1,281	0,014
Aristamid	67	1020	0,90	0,005
Supronal	220	~5000	0,278	~0,097
Streptomycin . .	115	3000	0,658	0,156

K_1 = Konstante für die logarithmische Wachstumsphase; K_2 = Konstante für die Phase der Lyse (Regression); ξ_1 und ξ_2 = die K_1 und K_2 entsprechenden Potenzexponenten.

Bei sonst gleich gehaltenen Bedingungen (Keim, Nährmedium) scheinen deshalb diese Größen geeignet zu sein, die Variablen des Systems, im speziellen Falle die wachstumshemmenden Substanzen, die den Kulturen zugesetzt wurden, zu charakterisieren.

Aus der I. Medizinischen Klinik (Vorstand: Prof. Dr. D. JAHN), *dem Hygienischen Institut (Vorstand: Prof. Dr.* PH. O. SÜSSMANN) *und dem Strahleninstitut (Vorstand: O. M. Dr.* G. HAMMER) *der Städtischen Krankenanstalten Nürnberg.*

J. HILLER, H. SPIELMANN, E. STRAUSS und A. JAKOB.

Eingegangen am 11. Juni 1951.

[1]) HILLER, SPIELMANN, STRAUSS und JAKOB: Naturwiss. 38, 307 (1951).

[2]) Meßgerät FH 44 der Firma Friesecke und Höpfner.

[3]) BONET, MAURY u. PERAULT: Zit. nach KILLIAN, Die Penicilline, Arzneimittelforschungen, Bd. 4, S. 133ff. Freiburg-Aulendorf: Cantor 1948.

Untersuchungen über Antibiotika aus höheren Pflanzen.

II. Mitteilung.

Kürzlich (WINTER 1951)[1]) wurde darauf hingewiesen, daß Preßsaft von *Aucuba japonica* noch bis zu einer Verdünnung von 1:40960 die für Erdsuspensionen bestimmter Dichte erhaltenen Keimzahlen auf Peptonagar stark beeinflußt. Auch

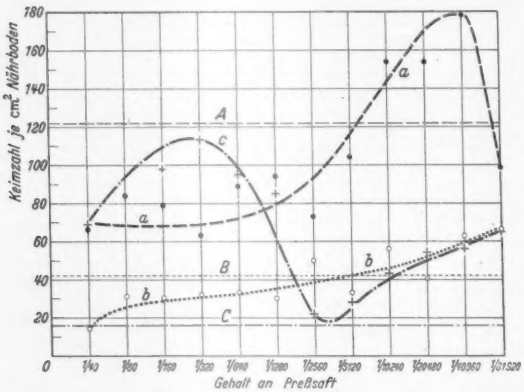


Fig. 1. Zahl der Keime je cm² Nährboden in Abhängigkeit vom Gehalt des Peptonnährbodens an Preßsaft von Aucuba japonica. Die horizontalen Linien geben die Keimzahlen je cm² in den Kontrollen der Suspensionen 1, $^1/_5$, $^1/_{10}$. Abszissen: Gehalt des Peptonnährbodens an Preßsaft von Aucuba japonica. Ordinaten: Keimzahlen je cm² Nährboden. *a* Suspension 1; *A* Kontrolle Suspension 1. *b* Suspension $^1/_5$; *B* Kontrolle Suspension $^1/_5$. *c* Suspension $^1/_{10}$; *C* Kontrolle Suspension $^1/_{10}$.

die Bedeutung des Keimgehaltes der Suspension und die jahreszeitlich schwankende antibiotische Wirkung des *Aucuba*preßsaftes wurde betont.

Bei Verwendung dreier Suspensionen mit den relativen Keimgehalten 1, $^1/_5$ und $^1/_{10}$ und Zugabe von *Aucuba*preßsaft in den Konzentrationen von 1:40 bis 1:81920 wurden die in der Fig. 1 wiedergegebenen Keimzahlen je cm² Nährboden erhalten. Obwohl relativ dichte Erdsuspensionen gewählt wurden, beeinflussen die Keime sich, den annähernd richtig abgestuften Werten für die drei Kontrollen nach (Suspension 1 = 122, $^1/_5$ = 42 und $^1/_{10}$ = 16 Keime/cm² Nährboden) zu urteilen, scheinbar gegenseitig nicht.

Die Erniedrigung der Keimzahlen durch *Aucuba*saft macht sich bei Suspension 1 und $^1/_5$ bis zu einer Verdünnung von etwa 1:5000 bemerkbar, um dann in eine zum Teil sehr ausgeprägte Keimzahlsteigerung umzuschlagen, die noch bis zu Verdünnungen von 1:etwa 60000 bzw. 1:etwa 80000 deutlich hervortritt. In dieser Population von Bodenmikroben kommen also fördernde und hemmende Wirkungen zum Zuge.

Eine erstaunliche Verschiebung dieser Effekte ergibt sich bei Testung der Suspension $^1/_{10}$: Konzentriertere *Aucuba*zusätze (1:40 bis 1:1280) erhöhen die Keimzahlen gegenüber der Kontrolle um 400 bis 600%. Es folgt bei mittleren *Aucuba*konzentrationen (1:2560 bis 1:10240) geringe Beeinflussung der Keimzahlen, und schließlich bis zur Verdünnung 1:81920 hinauf eine zunehmende Keimzahlerhöhung gegenüber der Kontrolle bis auf 300%. Da gegenüber der Suspension $^1/_5$ nur die Keimzahl auf die Hälfte erniedrigt wurde und gegenüber der Kontrolle $^1/_{10}$ nur der *Aucuba*zusatz erfolgte, wird dieses Phänomen wesentlich auf der Ausschaltung in noch unbekannter Weise wirksamer Mikroben basieren, die zu einer Entwicklung sonst ruhender Keime führt. Damit stimmt überein, daß die hohen Keimzahlen in der Suspension $^1/_{10}$ bei *Aucuba*konzentrationen von 1:40 bis 1:1280 durch die erst mit 24stündiger Verspätung einsetzende Entwicklung einer einzigen Bakterienart mit sehr typischer Kolonienbeschaffenheit und Fluoreszenz erreicht werden. Der erneute Anstieg bei stark verdünnten *Aucuba*zusätzen (1:5120 bis 1:81920) beruht dagegen auf der Entwicklung anderer Bakterienpopulationen.

Infolge gegenseitiger Beeinflussung der Bakterien und Störung dieser Korrelationen durch *Aucuba*zusatz werden also Keimzahlen erhalten, die jede Beziehung zum wirklichen Keimgehalt und der bakteriziden und bakteriostatischen Wirksamkeit des *Aucuba*preßsaftes vermissen lassen. Die Fragwürdigkeit aller Keimzahlbestimmungen von Erdproben durch Plattenguß zeigt sich hier mit aller Deutlichkeit. In den mit Erdsuspensionen versetzten Nährböden finden sich eben Keimreserven, die bei kräftigen Eingriffen in das mikrobielle Gleichgewicht zur Entwicklung kommen. Bakterizide oder bakteriostatische Substanzen können dann zu Keimzahlsteigerungen führen, die die ursprüngliche Wirkung des Stoffes völlig verschleiern.

Die Versuche zeigen, welche Vielfalt fördernder oder hemmender Effekte im Konzentrationsgefälle solcher komplexer organischer Substanzen wie des *Aucuba*preßsaftes oder auch einheitlicher Antibiotika im Boden je nach der Art der Bodenmikroben und ihrer korrelativen Verknüpfung zu erwarten ist. Die Wirkung eines Antibiotikums oder irgendeines anderen Faktors auf das Mikrobenleben im Boden kann daher im Reinkulturversuch allein sehr häufig nicht erfaßt werden. Voraussetzung jeder ökologischen Untersuchung ist somit die Prüfung im natürlichen Verband aller biotischen und abiotischen Faktoren.

Die Wirkung des antibiotischen *Aucuba*saftes in der Suspension $^1/_{10}$ gibt schließlich im „Modell" die Wirkung einer partiellen Sterilisation in natürlichen Böden — Abtötung eines Teils der Keime durch Hitze oder Chemikalien — mit nachfolgender Keimzahlsteigerung (vgl. WINTER 1950, 1951)[2]): die Ausschaltung einiger Mikroben macht unter Umständen durch Beseitigung antibiotischer Wirkungen oder Auftreten synergistischer Effekte den Weg für die Entwicklung anderer Bakterien frei.

Trotz des Zusammentreffens zweier sehr komplexer Systeme wie des *Aucuba*preßsaftes und der Population verschiedenster Bodenmikroben zeigen mit der nötigen Sorgfalt durchgeführte Parallelversuche eine so erstaunliche Übereinstimmung, daß der Kurvenverlauf im Einzelfalle als völlig gesichert angesehen werden kann. Darüber hinaus zeigen mit neuen Ansätzen der Erdsuspension (die Erdprobe von der gleichen Stelle entnommen) und neuem *Aucuba*mazerat zu einem späteren Zeitpunkt durchgeführte gleichsinnige Versuche auch die gleiche Abhängigkeit von der Suspensionsdichte und der *Aucuba*konzentration.

Die in diesen Versuchen nur bis zu einer Verdünnung des *Aucuba*preßsaftes von 1:etwa 5000 spürbare Herabsetzung der Keimzahlen in den Suspensionen 1 bzw. $^1/_5$, die unter dem früher ermittelten Grenzwert 1:40000 liegt, erklärt sich vor allem aus der jahreszeitlich bedingten, im Lochtest gegen Bakterienreinkulturen exakt nachweisbaren, um 600 bis 700% verminderten Wirksamkeit des *Aucuba*preßsaftes.

Die Durchführung der Untersuchungen wurden durch eine Sachbeihilfe der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft ermöglicht.

Universität Bonn, Institut für Pflanzenkrankheiten.

A. G. WINTER und LISEL WILLEKE.

Eingegangen am 11. Juni 1951.

[1]) WINTER, A. G.: Naturwiss. 38, 262 (1951).

[2]) WINTER, A. G.: Arch. Mikrobiol. 15, 42 (1950); 16, 136 (1951).

Elektronenmikroskopische Untersuchung des Kartoffel-X-Virus.

Das Kartoffel-X-Virus war schon mehrfach Gegenstand elektronenmikroskopischer Untersuchung, zuletzt durch KLECZKOWSKI und NIXON[1]). Bei allen diesen Untersuchungen wurden die virushaltigen Pflanzenextrakte chemischen oder mechanischen Reinigungsverfahren unterworfen. Wir erhielten mit dem die Viruspartikel offenbar besonders schonenden Verfahren von J. JOHNSON[2]), das auf eine solche Reinigung verzichtet, Bilder des X-Virus, die bisher nicht bekannte Formeigenschaften klar erkennen lassen. Unsere Fig. 1 zeigt eine

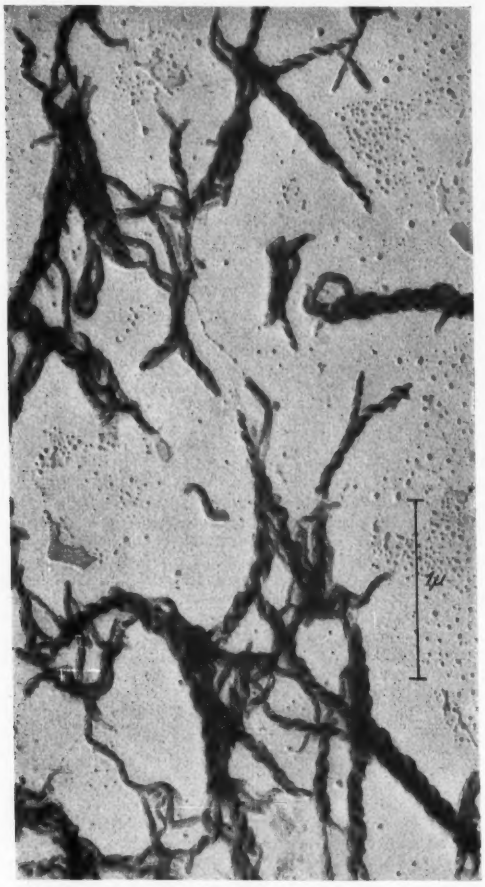


Fig. 1. Kartoffel-X-Virus. Leitbahnenexsudat, Pt-bedampft. Vergrößerung 28 000 mal.

gesetzmäßige Verschlingung der Fäden, und zwar finden wir in großer Zahl aus drei Fäden geflochtene Zöpfe, die teils in Aufsicht, teils in Seitenlage zu sehen sind. Daneben kommen auch Zöpfe vor, die durch die Verschlingung von nur zwei Fäden zustandegekommen sind. Verhältnismäßig selten finden sich in den Präparaten Einzelfäden; sie lassen in der Regel eine ausgesprochene Längstorsion erkennen und sind vielleicht als von den anderen Gebilden abgesprengt zu betrachten. Die regelmäßigen dreifädigen Zöpfe können unseres Erachtens nur auf die Weise zustandekommen, daß sich die freien, fortwachsenden Enden der Fäden „thigmisch" umeinander schlingen; eine nachträgliche Verflechtung von Einzelfäden zu solchen dreiteiligen Zöpfen dürfte ausgeschlossen sein. Über weitere Einzelheiten werden die Verfasser demnächst ausführlich berichten. Die Aufnahmen wurden von Dr. MAHL mit dem elektrostatischen Elektronenmikroskop von AEG-Zeiß in den „Süddeutschen Werkstätten" in Mosbach (Baden) angefertigt.

Celle, Institut für Virusforschung der Biologischen Bundesanstalt. E. KÖHLER und O. BODE.

Eingegangen am 23. Juni 1951.

[1]) KLECZKOWSKI u. NIXON: J. gen. Microbiol. 4, 220 (1950).
[2]) JOHNSON, J.: Phytopathology 41, 78 (1951).

Zur Kinetik der durch fluoreszierende Farbstoffe photosensibilisierten Reaktion mit molekularem Sauerstoff.

Bei der durch fluoreszierende Farbstoffe wie Chlorophyll, Methylenblau oder Eosin photosensibilisierten Reaktion zwischen Akzeptoren A und O_2 in Lösung zu AO_2 beruht die Wirkungsweise des Sensibilisators aus den früher mitgeteilten Gründen[1]) auf einer chemischen Reaktion des angeregten Sensibilisators ($Sens^{rad}$, phototrop-isomeres Diradikal) mit O_2 zu einem labilen Zwischenprodukt $Sens^{rad}\ldots O_2$, das mit A unter Bildung von AO_2 und $Sens_{norm}$ (Sensibilisator im Grundzustand) reagiert. Wir haben uns mit der Kinetik der Bildung von $Sens^{rad}\ldots O_2$ beschäftigt, wobei uns zunächst folgender Gedanke leitete:

Setzt sich $Sens^{rad}$ unter gleichzeitiger Selbstinaktivierung mit A oder mit O_2 oder in jedem der beiden Fälle unter Bildung von AO_2 um, so muß sich die Quantenausbeute der AO_2-Bildung mit zunehmender Konzentration von A und von O_2 asymptotisch einem maximal bei 1 liegenden Wert nähern. Setzt sich dagegen $Sens^{rad}$ unter gleichzeitiger Selbstinaktivierung mit A *und* mit O_2 um, wobei jedoch nur *entweder* die Umsetzung mit A *oder* die mit O_2 zur Bildung von AO_2 führt, so muß die Quantenausbeute der AO_2-Bildung mit zunehmender Konzentration des *nur inaktivierenden* Stoßpartners durch ein unter 1 liegendes Maximum gehen und dann wieder abfallen.

Wir fanden nun regelmäßig, daß die Geschwindigkeit der Sauerstoffaufnahme bzw. die Quantenausbeute der AO_2-Bildung mit zunehmender Konzentration des *Akzeptors* (z. B. Diene wie Terpinen, Pyronene, Zyklohexadien, Furfurylamin, Thiohamstoff) ansteigt und nach Erreichung eines Maximums (z. B. bei 3 bis 4% Akzeptor) wieder abfällt. Dies beweist, daß $Sens^{rad}$ sowohl durch A als auch durch O_2 inaktiviert wird, daß aber nur inaktivierende Stöße von $Sens^{rad}$ mit O_2 zur Bildung von AO_2 führen. Daher gilt für die Bildung des zu AO_2 führenden Zwischenproduktes $Sens^{rad}\ldots O_2$ die Beziehung (1), wenn J den wirksam absorbierten Quantenstrom, k_A und k_{O_2} die Reaktionskonstanten für die Inaktivierung von $Sens^{rad}$ durch A bzw. O_2 bezeichnen, und wenn alle übrigen Umwandlungsreaktionen von $Sens^{rad}$ zu $Sens_{norm}$ gegenüber der Inaktivierung durch A und durch O_2 vernachlässigt werden können.

$$\frac{d\,[Sens^{rad}\ldots O_2]}{dt} = \frac{J \cdot k_{O_2} \cdot [O_2]}{k_{O_2} \cdot [O_2] + k_A \cdot [A]} = J \cdot \varphi, \qquad (1)$$

$$\varphi = 1 \Big/ \left(1 + \frac{k_A \cdot [A]}{k_{O_2} \cdot [O_2]}\right). \qquad (2)$$

Hier ist φ das Verhältnis der zu AO_2 führenden inaktivierenden Stöße mit O_2 zur Gesamtzahl der $Sens^{rad}$ inaktivierenden Stöße. $Sens^{rad}$ entsteht demnach mit der Quantenausbeute φ. Diese wird sich beim Übergang von Sauerstoff auf Luft so lange nur wenig ändern, als in (2) der Summand $\frac{k_A \cdot [A]}{k_{O_2} \cdot [O_2]}$ sehr klein ist gegenüber 1. Aber mit zunehmender Konzentration des Akzeptors muß das Verhältnis

$$\frac{\varphi \text{ unter Luft gemessen}}{\varphi \text{ unter } O_2 \text{ gemessen}}$$

abnehmen. Mit Methylenblau in Pyridin fanden wir bei 26° für 2%, 3%, 4% Thiohamstoff das Verhältnis

$$\frac{\varphi_{Luft}}{\varphi_{O_2}} = 0{,}83;\ 0{,}77;\ 0{,}68.$$

Besonders einfache Verhältnisse findet man, wenn man bei unveränderter Konzentration des Akzeptors die Quantenausbeute durch Zufügen von Substanzen beeinflußt, die nur die inaktivierende Wirkung der Akzeptoren, nicht aber deren Affinität gegen $Sens^{rad}\ldots O_2$ besitzen. Eine dieser Forderung ideal entsprechende Substanz fanden wir im Zyklooktatetraen (Tabelle)[2]), das überraschenderweise unter den Bedingungen der photosensibilisierten Autoxydation keinen Sauerstoff aufnimmt.

Depression von φ durch Zyklooktatetraen unter O_2 und unter Luft.

$[C_8H_8]$		0,1	0,3	0,5	Mol je Liter
$100\,\varphi_{O_2}$	gef.	78,0	56,7	44,6	% von $\varphi_{optimal} = 1$
	ber.	77,5	55,9	43,7	
$100\,\varphi_{Luft}$	gef.	48,8	24,6	15,5	
	ber.	46,3	24,0	16,2	

Sämtliche gefundenen φ sind Mittelwerte aus 4 Meßreihen mit α-Terpinen, α-Pyronen, Zyklopentadien und 2-Methylfuran als Akzeptoren und bezogen auf extrapoliertes $\varphi_{\text{optimal}} = 1$. Messungen bei 26° in Isopropanol mit 0,5 g Methylenblau je Liter mit $[A] = 0{,}2$ Mol/Liter.

$$\varphi_{O_2}\,\text{ber.} = \frac{1}{1 + 0{,}2\,[A] + 2{,}5 \cdot [C_8H_8]}$$

$$\varphi_{\text{Luft}}\,\text{ber.} = \frac{1}{1 + 4\,(0{,}2 \cdot [A] + 2{,}5 \cdot [C_8H_8])}\,.$$

Im Gegensatz zur Wirkungsweise der Inhibitoren, die bei Radikalkettenreaktionen durch Abfangen von Gliedern der Kette wirksam werden, dabei aber in jedem einzelnen Falle selbst chemisch verändert werden, kehrt das Zyklooktatetraen in den von uns untersuchten Fällen jedesmal aus dem Hemmvorgang unverändert zurück. Zyklooktatetraen ist also ein besonders wirksamer Katalysator zur Umwandlung photochemischer Anregungsenergie in Wärme.

Aus der guten Übereinstimmung der gefundenen und berechneten Werte für φ ergibt sich, daß außerhalb der Fehlergrenze (höchstens etwa 5%) in den von uns bisher untersuchten Konzentrationen keine sonstigen Umwandlungen $\text{Sens}^{\text{rad}} \rightarrow \text{Sens}_{\text{norm}}$ stattfinden. Hiernach besitzt Sens^{rad} eine relativ hohe Lebensdauer, und so folgt, daß eine Umwandlung $\text{Sens}^{\text{rad}} \rightarrow \text{Sens}_{\text{norm}}$ + Wärme ohne Mitwirkung einer hierzu spezifisch geeigneten Substanz (hier z. B. O_2, Zyklooktatetraen, Akzeptor) nicht möglich ist[3]). Dies bedeutet umgekehrt, daß eine direkte Umwandlung $\text{Sens}^{\text{rad}} \rightarrow \text{Sens}_{\text{norm}}$ nur unter Strahlung erfolgen kann. Wir haben also in dem phototropisomeren Diradikal einen relativ langlebigen strahlungsfähigen Anregungszustand, den phosphoreszenzfähigen Anregungszustand vor uns[4]).

Unsere reaktionskinetischen Experimente zeigen somit erstmals quantitativ einen wichtigen Zusammenhang zwischen Photolumineszenztilgung und Photochemie: Der angeregte Sensibilisator wird sowohl durch A als auch durch O_2 inaktiviert (Löschvorgang), aber nur die inaktivierenden Stöße von Sens^{rad} mit O_2 führen zur Bildung von AO_2.

Mit dem geschilderten Vorgehen können wir nun in jedem Einzelfalle tiefer in den Chemismus der photosensibilisierten Autoxydation eindringen. Nach orientierenden Versuchen erfolgt auch die durch Eosin, Chlorophyll und Hypericin photosensibilisierte Reaktion mit O_2 nach dem hier für Methylenblau gezeigten Prinzip.

Unser Ergebnis zeigt ferner, weshalb in der bekannten Diskussion zwischen GAFFRON („Akzeptoraktivierung")[5]) und KAUTSKY („Sauerstoffaktivierung")[6]) den Argumenten beider Seiten die ausreichende Beweiskraft fehlte und die hier in wesentlichen Punkten bestätigte Auffassung von KAUTSKY sich nicht durchsetzen konnte[7]).

Organisch-chemisches Institut der Uviversität Göttingen.

GÜNTHER O. SCHENCK und KLAUS KINKEL.

Eingegangen am 12. Juli 1951.

[1]) SCHENCK, G. O.: Naturwiss. **35**, 28 (1948). Ferner: Fiat-Berichte: Naturforschung und Medizin in Deutschland 1939—1946, präparative organische Chemie, Teil II, S. 197f. (1948).

[2]) Messungen der Sauerstoffaufnahmen manometrisch in WARBURG-Apparatur mit durchgezogener Leuchtröhre, die bis zu 7 Reaktionsgefäßen den gleichen Quantenstrom (innerhalb etwa 1%) liefert. Kontrolle durch mitlaufende Aktinometer.

Herrn cand. chem. E. THEILING danken wir für seine Hilfe bei den Messungen.

[3]) Von I. FRANK und H. LEVI auf Grund theoretischer Überlegungen erwartet. Z. physik. Chem., Abt. B **27**, 409 (1934).

[4]) Über die Notwendigkeit weiterer Beweise für die Gleichsetzung von Triplett- und phosphoreszenzfähigem Anregungszustand siehe ausführliche Diskussion bei TH. FÖRSTER: Fluoreszenz organischer Verbindungen, S. 281. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht 1951.

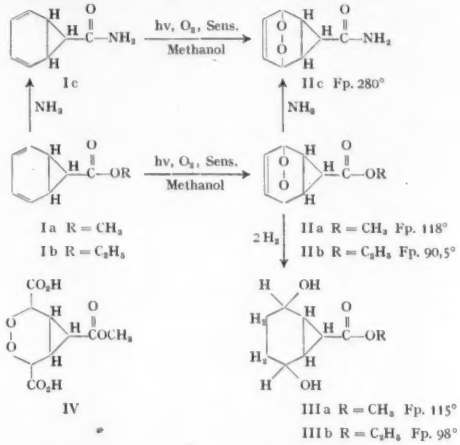
[5]) GAFFRON, H.: Ber. dtsch. chem. Ges. **60**, 2229 (1927). — Biochem. Z. **264**, 251 (1933). — Z. physik. Chem., Abt. B **37**, 437 (1937). — Siehe auch WEBER, K.: Ber. dtsch. chem. Ges. **69**, 1026 (1936). — Inhibitorwirkungen, S. 78, 108. Stuttgart: Ferdinand Enke 1938.

[6]) KAUTSKY, H.: Ber. dtsch. chem. Ges. **68**, 152 (1935). — Trans. Faraday Soc. **35**, 216 (1939).

[7]) WARBURG, O., u. V. SCHOCKEN: Arch. of Biochemistry **21**, 368 (1949).

Endoperoxyde der Norcaradienreihe.

Durch photochemische Zersetzung von Diazoessigsäureestern[1]) in Benzol und in Toluol mittels einer Quecksilberdampf-Hochdrucklampe erhielten wir erstmalig reine Norcaradienkarbonsäureester (I), die im Gegensatz zu den thermisch nach BUCHNER[2]) und nach LOOSE[3]) dargestellten Präparaten frei von den isomeren Zykloheptatrienderivaten (III) waren. Die analog photochemisch gewonnenen Umsetzungsprodukte der drei Xylole und des p-Zymols enthielten ebenfalls in wesentlich verbesserten Ausbeuten die entsprechenden, zum Teil noch unbekannten Norcaradienderivate.



Bei der durch fluoreszierende Farbstoffe wie Chlorophyll, Methylenblau oder Eosin photosensibilisierten Autoxydation in alkoholischer Lösung nehmen die Norcaradienderivate (I) rasch 1 Mol O_2 auf und bilden Endoperoxyde (II), während die mit I isomeren Zykloheptatrienderivate (III) so nur langsam mit O_2 zu andersartigen Photooxydationsprodukten reagieren. Die Endoperoxydester IIa, IIb gehen durch konzentriertes Ammoniak in der Kälte in die gleichen Endoperoxydkarbonsäureamide IIc über, die auch durch direkte photosensibilisierte Autoxydation der Norcaradienkarbonsäureamide Ic entstehen. Die verhältnismäßig stabilen Endoperoxyde liefern bei der katalytischen Hydrierung mit Raney-Nickel unter H_2-Druck in der Kälte gesättigte 1,4-Glykole (III). Für die angenommene Konstitution der Endoperoxyde spricht einmal die Beobachtung, daß der Norcaradienkarbonsäureäthyl- bzw. -methylester mit Maleinsäureanhydrid ein bei 136° bzw. bei 127° und ein damit isomeres bei 167° schmelzendes Addukt bildet. Ferner spricht dafür das Ergebnis der Ozonidspaltung und nachfolgenden Persäureoxydation des Endoperoxydesters IIa nach WILMS[4]), die zu dem in der Kälte verhältnismäßig beständigen Peroxydtrikarbonsäuremonomethylester IV führte. Die Bildung von Endoperoxyden der Norcaradienreihe besitzt besonderes Interesse im Hinblick auf die vergeblichen Versuche zur analogen Darstellung eines Endoperoxyds des Zyklooktatetraens[5]).

Organisch-chemisches Institut der Universität Göttingen.

GÜNTHER O. SCHENCK und HELMUT ZIEGLER.

Eingegangen am 12. Juli 1951.

[1]) Photochemische Umsetzungen mit Diazoessigester sind anscheinend noch nicht durchgeführt, obwohl dessen Lichtempfindlichkeit von E. WOLF [Z. physik. Chem., Abt. B **17**, 46 (1932)] eingehend untersucht wurde. Dagegen haben H. MEERWEIN und Mitarbeiter [Ber. dtsch. chem. Ges. **75**, 1610 (1942)] die bekannte photochemische Zersetzung des Diazomethans zur präparativen Methylierung von RH-Verbindungen herangezogen. Die hier angenommene Methylierung des Benzols erwies sich nach H. MEERWEIN [Privatmitteilung an K. ZIEGLER, zitiert Liebigs Ann. Chem. **567**, 26 (1950)] als Bildung von Norcaradien, nach W. VON E. DOERING und L. H. KNOX [J. Amer. chem. Soc. **72**, 2305 (1950)] als Bildung von Zykloheptatrien.

[2]) BUCHNER, E., u. TH. CURTIUS: Ber. dtsch. chem. Ges. **18**, 2377 (1885).

[3]) LOOSE, A.: J. prakt. Chem. (II) **79**, 509 (1909).

[4]) WILMS, H.: Liebigs Ann. Chem. **567**, 96 (1950).

[5]) Siehe vorstehende Mitteilung von G. O. SCHENCK und K. KINKEL.

Die Sauerstoffaufnahme, Kohlendioxydabgabe und Wärmebildung von mit Diphtherietoxin intoxifizierten Meerschweinchen.

Untersuchungen über den Gasstoffwechsel bei mit Diphtherietoxin intoxifizierten Tieren wurden schon von mehreren Autoren[1]) mitgeteilt. Abgesehen von BAMBERGERs Untersuchungen[2]), in denen er ohne nähere Angabe ein Absinken der Sauerstoffaufnahme 2 bis 3 Std vor dem Tod der mit Diphtherietoxin vergifteten Meerschweinchen fand, sind keine weiteren Arbeiten über den Gasstoffwechsel toxämischer Meerschweinchen zu unserer Kenntnis gelangt. Ferner war es von Interesse, die Sauerstoffaufnahme, Kohlendioxydabgabe und Wärmebildung von Meerschweinchen zu messen, die in gleicher Weise wie bei EIBL und Mitarbeitern[3]) mit großen Dosen Toxin vergiftet wurden.

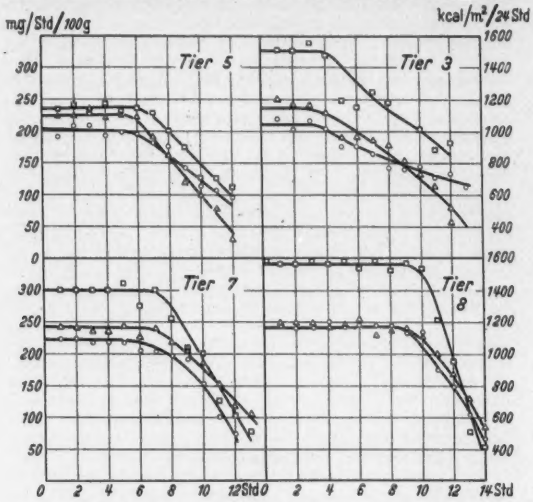


Fig. 1. Sauerstoffaufnahme, Kohlendioxydabgabe und Wärmebildung bei vier von zehn Versuchstieren in Abhängigkeit von der seit der Injektion vergangenen Zeit. □ Wärmebildung in Kcal/m²/24 Std; △ Kohlendioxydbildung in mg/Std/100 g Tier; ○ Sauerstoffverbrauch in mg/Std/100 g Tier.

Die Meerschweinchen erhielten 1000 d.l.m. eines rohen Diphtherietoxins subkutan. Die Bestimmung erfolgte in einer modifizierten Form des offenen Systems nach HALDANE. Die Messungen wurden über Intervalle von je 1 Std bis zum Tod des Tieres fortgesetzt.

In Fig. 1 sind vier Tiere des von uns untersuchten Kollektivs herausgegriffen. Insgesamt wurden zehn Tiere untersucht.

Im allgemeinen nehmen in der 8. bis 9. Std nach der Injektion des Toxins die Werte für Sauerstoffaufnahme, Kohlendioxydabgabe und Wärmebildung ab. Bei zwei Tieren setzte die Abnahme schon etwas früher ein.

Herrn Prof. Dr. G. SCHUBERT sei an dieser Stelle für die Apparatur, die er uns liebenswürdigerweise zur Verfügung stellte, gedankt.

Wien, Bundesstaatliche Anstalt für experimentell-pharmakologische und balneologische Untersuchungen.
Wien, Bundesstaatliches Serotherapeutisches Institut.
H. HÖLLER und H. EIBL.

Eingegangen am 7. Juni 1951.

[1]) DIECKHOFF, J.: Z. exper. Med. **105**, 640 (1939). — YANNET, H., u. W. GOLDFARB: J. clin. Invest. **12**, 787 (1934).

[2]) BAMBERGER, PH., H. E. NEVER u. H.-A. OELCKERS: Klin. Wschr. **1937**, 151.

[3]) EIBL, H., W. ZISCHKA, INGEBORG DREHER, O. F. SCHWARZ u. O. HOFFMANN-OSTENHOF: Mh. Chem. **81**, 616 (1950).

Besprechungen.

Weizel, Walter: Lehrbuch der Theoretischen Physik. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1949 u. 1950. I. Band: Physik der Vorgänge. Bewegung, Elektrizität, Licht, Wärme. XIV, 771 S. u. 270 Textabb. 8°. Ladenpreis brosch. DM 53.—; geb. DM 56.90. II. Band: Struktur der Materie. XII, 767 S. u. 194 Textabb. 8°. Ladenpreis brosch. DM 66.—; geb. DM 69.90.

Wenn ein neues Lehrbuch von der Art des vorliegenden erscheint, so drängt sich in Anbetracht der großen Zahl bereits vorhandener Lehrbücher und Vorlesungen über Theoretische Physik zunächst unwillkürlich die Frage auf, ob für ein weiteres Buch dieser Art überhaupt noch ein Bedürfnis besteht bzw. ob eine solche Neuerscheinung vielleicht doch auf Grund ihres Inhaltes, irgendwelcher grundlegend neuen Gesichtspunkte in der Stoffanordnung oder in ihrer pädagogisch hervorragenden Darstellungsart gerechtfertigt werden kann. Als vor etwa einem Jahr der erste Band erschien, enthaltend die Hauptdisziplinen der Makrophysik einschließlich einer kurzen Einführung in die Relativitätstheorie, wäre es vielleicht schwer gefallen, diese Frage mit Ja zu beantworten. Jetzt aber, nach dem Erscheinen des zweiten Bandes, fällt dieses Ja recht leicht. Denn der zweite Band geht, im besonderen in seinen Abschnitten K und L, die sich mit der Struktur der Gase und der zusammenhängenden Materie beschäftigen, erheblich über das hinaus, was sonst in den Lehrbüchern über diese und ähnliche Probleme gebracht wird. Welches andere Lehrbuch der Theoretischen Physik bringt beispielsweise etwas mehr über Gasentladungen als allenfalls nur die LANGMUIR-SCHOTTKYsche Betrachtung über das Raumladungsgebiet? Hier aber werden diesem Problem rund 50 Seiten gewidmet. Ebenfalls wesentlich neu für ein Lehrbuch der Theoretischen Physik ist die Aufnahme von Abschnitten über Vierpoltheorie und Kapillarität (im ersten Band) sowie über die Theorie nichtmetallischer Kristallgitter mit ihren mechanischen, elektrischen und optischen Eigenschaften usf. Bemerkenswert ist auch der Versuch, die Quantentheorie der Wellenfelder lehrbuchmäßig darzustellen, wie überhaupt die Quantentheorie recht ausführlich gebracht wird, wobei es allerdings dahingestellt bleiben möge, ob ein Leser allein aus diesen Abschnitten wirklich Quantenmechanik erlernen und verstehen kann.

Daß in einer solchen Neuschöpfung wie dem vorliegenden Buch verschiedene, für die moderne Physik wichtige Abschnitte fehlen, soll dem Verf. nicht zum Vorwurf gemacht werden. Doch wäre es sehr wünschenswert, wenn in einer neuen Auflage unter anderem auch einiges beispielsweise über die Ordnung-Unordnung-Probleme, wie etwa den Ferromagnetismus und die Ferroelektrizität gesagt werden könnte. Auch wäre eine kurze Darstellung der LORENTZschen Elektronentheorie mit der Klarstellung des Begriffes der wirksamen Feldstärke sehr zu begrüßen. Vielleicht lassen sich auch irgendwo im ersten Band einige Sätze über Oberflächenwellen (RAYLEIGH- und ZENNECK-Wellen) sowie eventuell auch über die in der modernen Gasdynamik äußerst wichtigen Stoßwellen einfügen. Der für solche und andere Ergänzungen erforderliche Raum könnte wohl durch Kürzung mancher relativ langer mathematischer Ableitungen und Betrachtungen freigemacht werden, so etwa bei dem sicherlich wesentlich kürzer und einfacher darstellbaren KEPLER-Problem, bei der Kreiseltheorie, bei dem an sich begrüßenswerten, aber wohl ohne Minderung der Verständlichkeit kürzbaren Abschnitt über die optischen Abbildungsfehler, beim Nachweis der LORENTZ-Invarianz der MAXWELL-Gleichungen, bei den Ausführungen über die Störungsrechnung in der Quantenmechanik usf.

Im übrigen trägt die ganze Anlage des Buches und die Art der Behandlung der einzelnen Probleme durchaus eine persönliche Note. Vor allem fällt die starke Betonung gerade der rein rechnerischen Seite der Theoretischen Physik auf, während allgemeine Überlegungen daneben doch recht stark in den Hintergrund treten. Leider fehlen fast gänzlich Hinweise auf die den einzelnen mathematischen Betrachtungen zugrunde liegenden experimentellen Gegebenheiten. So wird beispielsweise die Quantentheorie eingeführt, ohne die Existenz einer kurzwelligen Grenze beim Photoeffekt und beim Röntgenbremsspektrum auch nur andeutungsweise irgendwo im Buch zu erwähnen. Auch die Begriffe Lichtquant und Materiewelle kommen im Lehrbuch gleichsam nur irgendwo am Rande vor.

Dieses Dominieren der Mathematik im ganzen Buch gibt zu gewissen Bedenken Anlaß: Leider nur allzuoft trifft man bei Studenten die Ansicht, man brauche, drastisch ausgedrückt, in der Theoretischen Physik nur zu rechnen, nicht zu denken. Jeder, der einmal selbst Vorlesungen über Theoretische Physik gehalten hat, weiß, wie schwer es ist, die Hörer von dieser Irrmeinung abzubringen und sie dahin zu beeinflussen, daß sie bei einem ihnen vorgelegten Problem nicht sofort zahlreiche

Formeln hinschreiben, sondern erst einmal richtig überlegen. Kann man unter diesen Umständen das vorliegende Buch mit seiner starken Betonung des rein Rechnerischen als die richtige Einführung für Studenten in das Wesen der Theoretischen Physik ansehen?

Für die Kenner der Materie stellt jedoch dieses Lehrbuch wegen seines reichen Inhaltes sicherlich ein interessantes Nachschlagewerk dar und wird in diesem Sinn zum Teil wohl recht anregend wirken, zum Teil allerdings auch erheblich zum Widerspruch reizen. F. SAUTER (Göttingen).

Eingegangen am 31. März 1951.

Cosslett, V. E.: Biography of Electron Microscopy. London: Edward Arnold & Co. 1950. 350 S. sh. 40.—.

Verf. bringt eine Zusammenstellung veröffentlichter elektronenmikroskopischer Arbeiten, die, was bedauerlich ist, nicht über das Jahr 1948 hinausgeht. Die Arbeiten sind alphabetisch nach Verff. geordnet, eine Einteilung in Sachgebiete fehlt. Da die Arbeiten nur zum Teil referiert, zum anderen Teil nur aufgezählt sind, kann man die Arbeiten einzelner Autoren auch in den Physikalischen Berichten oder in den Physics Abstracts nachlesen.

H. KÖNIG (Göttingen).

Eingegangen am 4. April 1951.

Karrer, P., and E. Jucker: Carotenoids. Translated and Revised by E. A. BRAUDE. New York, Amsterdam, London, Brüssel: Elsevier Publishing Company 1950. X, 384 S., 31 Fig. u. 2 Farbtaf. $ 8.50; sfr. 32.50.

Im Jahre 1948 erschien in Basel im Verlag Birkhäuser das Buch „Carotinoide" von Prof. P. KARRER und Dr. E. JUCKER, in dem die bis dahin vorhandene ausgedehnte Literatur über diese Pigmente sichtend und vergleichend zusammengefaßt ist. Es spricht für das große Bedürfnis, daß 2 Jahre später Prof. E. A. BRAUDE vom Imperial College of Science and Technology, London, eine englische Übersetzung herausgab, in die er neben einigen Verbesserungen die wichtigsten neuen Forschungsergebnisse bis Anfang 1950 einarbeitete. Das klar gegliederte, anregend und kritisch geschriebene Werk zerfällt, wie bereits bekannt, in einen allgemeinen und einen speziellen Teil. Im ersten Teil sind die Angaben über das verbreitete Vorkommen der Carotinoide in Pflanzen und Tieren, ihre Bestimmung und Isolierung usw. enthalten. Besonders wertvoll erscheint die Darstellung der gebräuchlichen Methoden zur Aufklärung ihrer Konstitution. Im speziellen Teil werden etwa 70 Carotinoide von bekannter und unbekannter Struktur übersichtlich und eingehend abgehandelt. Zwei Seiten von trefflichen farbigen Mikroaufnahmen der Kristallformen einiger Carotinoide und 27 Lichtabsorptionskurven sind angehängt. Die Literaturangaben sind praktisch vollständig. Der in Holland vorgenommene Druck und die äußere Erscheinung sind genau so vorzüglich wie bei der Schweizer Ausgabe. H. H. INHOFFEN (Braunschweig).

Eingegangen am 10. April 1951.

Glustschenko, L. J.: Die vegetative Hybridisation von Pflanzen. Ins Deutsche übertragen von W. HÖPP. Berlin: Verlag Kultur und Fortschritt G.m.b.H. 1950. 242 S. DM 14.20.

Vor Mitteilung seiner eigenen Versuche gibt der Verf. einen längeren Überblick über die bisherige Literatur zu dem Problem der vegetativen Hybriden. Er teilt diese Literatur in zwei Gruppen: in der ersten führt er diejenige an, die die Möglichkeit der vegetativen Hybridisation bestreitet, wobei er sich eingehend mit den Arbeiten von WINKLER befaßt. WINKLER erzielte bekanntlich aus Pfropfungen von Tomaten mit Nachtschatten verschiedene Chimärentypen und auch einen Burdo, der auf die Verschmelzung zweier vegetativer Zellen zurückgeht. Dagegen konnte WINKLER das Vorkommen sog. Modifikations- oder Beeinflussungsbastarde, die durch den gegenseitigen Einfluß von Reis und Unterlage entstehen, nicht feststellen. GLUSTSCHENKO behauptet dagegen, ohne aber hierfür überzeugende Argumente und Experimente beizubringen, daß WINKLER gegen seinen Willen ein reiches Tatsachenmaterial für das Vorkommen von „Beeinflussungspfropfbastarden" geliefert habe. In der zweiten Gruppe wird dann *die* Literatur besprochen, die die Möglichkeit der vegetativen Hybridisation bestätigen soll. Für den Erfolg der vegetativen Hybridisation bilden die Erkenntnisse und die Anwendung der Stadienlehre LYSSENKOs eine wichtige Voraussetzung, da nur vor Durchlaufen der ersten Entwicklungsstadien Pfropfkomponenten plastisch genug seien, um sich erblich zu verändern. GLUSTSCHENKO kommt in dem Kapitel zu dem Schluß, „daß jedes Merkmal durch Pfropfung übertragen werden kann, und zwar häufig effektvoller und vollständiger als bei der geschlechtlichen Hybridisation" (S. 78). So soll es auch möglich gewesen sein, durch Pfropfung nikotinfreie Tabaksorten und alkaloidfreie Lupinen zu erzielen. Nach der eingehenden Literaturübersicht folgen dann die eigenen Pfropfversuche mit Tomaten, in denen verschiedene Kulturformen mit stark unterschiedlichen Merkmalen und Wildarten wie Lycopersicum cerasiforme verwandt wurden.

Wenn die Unterlage verändert werden sollte, wurde das Pfropfreis von einer älteren Pflanze mit dem 7. bis 10. Blatt entnommen. Sollte dagegen das Pfropfreis verändert werden, so muß es einer jüngeren Pflanze mit dem 2. bis 4. Blatt entnommen werden. Von der Pfropfkomponente, die sich verändern sollte, wurden fast sämtliche Blätter entfernt und die Knospen „mit Watte isoliert". — Das Versuchsmaterial wurde 1 bis 2 Jahre auf seine Homozygotie untersucht. In welcher Weise aber diese Prüfungen vorgenommen wurden, wird nicht mitgeteilt. Vor allem vermißt man Angaben über die Streubreite der untersuchten Eigenschaften bei den einzelnen zur Pfropfung verwandten Sorten, wie z. B. die Streubreite der Fruchtform, Fruchtfarbe, der Kammerzahl der Früchte usw. — Als Kontrollen wurden Pflanzen verwandt, die aus Samen derselben Frucht wie das Pfropfmaterial stammten. Nach Meinung des Ref. kann aber als wirkliche Kontrolle nur die vegetative Vermehrung oder sexuelle Nachkommenschaft *derjenigen* Pflanzen angesehen werden, von denen die Pfropfreiser entnommen worden sind.

Im Jahre 1940 wurden 261 Pfropfungen vorgenommen, wobei 28 Pflanzen (= 10,07%) Veränderungen aufwiesen. In den Jahren 1944/46 wurden die Pfropfungen in geringerer Zahl wiederholt, wobei wiederum 10 bis 15% veränderte Pflanzen auftraten. — Die im Pfropfungsjahr erzielten Veränderungen verschwanden zum Teil wieder in der sexuellen Nachkommenschaft, besonders wenn sie sich auf die Fruchtform und die Art des Fruchtstandes bezogen, während sich Veränderungen der Fruchtfarbe und der Struktur der Früchte vererbten. Es ließen sich also nicht *alle* Eigenschaften durch Pfropfung übertragen.

Bei der Pfropfung einer großfrüchtigen Kulturtomate auf eine kleinfrüchtige Wildtomate erzielte Verf. bereits im Pfropfungsjahr auf der Wildunterlage Triebe mit vergrößerten Früchten. Im Verlauf der sexuellen Nachkommenschaften nahm die Fruchtgröße noch weiterhin zu. Wenn Verf. schreibt, daß es unmöglich sei, diese Tatsachen mit einer zufälligen natürlichen Bastardierung zu erklären, da die Blüten im Pfropfungsjahr streng isoliert waren, so ist er im Irrtum. Nur wenn im Jahr davor die Blüten derjenigen Pflanzen isoliert waren, aus deren Nachkommenschaft die Pfropfkomponenten entnommen wurden, ist die Garantie gegeben, daß nicht von einem natürlichen Bastard die Pfropfpartner entnommen wurden. Auch die bereits erwähnten unzureichenden Kontrollen machen die Ergebnisse unbrauchbar.

In den Tabellen 29 bis 31, in denen Aufspaltungen von veränderten Fruchtformen in den Generationen nach der Pfropfung mitgeteilt werden, wird die Gesamtzahl der Früchte von mehreren Pflanzen zusammen klassifiziert, während doch nur eine Klassifizierung der Fruchtform der Einzelpflanzen eine Bedeutung haben kann.

In dem Kapitel über die Heterosis der vegetativen Hybriden kommt Verf. zu dem Schluß, „daß die Heterosis bei vegetativen Hybriden stärker zum Ausdruck kommt und, was noch wichtiger ist, länger andauert als bei geschlechtlichen Hybriden. Bei den vegetativen Hybriden endet die Heterosis nicht in der ersten Generation, sondern sie beginnt hier lediglich". Mit diesen Feststellungen stehen aber seine eigenen Experimente teilweise nicht im Einklang. In Tabelle 55 gibt er für die sexuellen Bastarde (F_1) aus der Kreuzung Mexikanski 355 × Golden eine Wuchshöhe von $104{,}7 \pm 3{,}61$ an; im Vergleich zu den Eltern: $97{,}1 \pm 1{,}77$ bzw. $89{,}7 \pm 1{,}14$. Die F_5 der *vegetativen* Bastarde derselben Kombination zeigt aber bei den verschiedenen Typen nur eine Höhe von: $101{,}7 \pm 1{,}47$; $101{,}7 \pm 2{,}06$; $95{,}7 \pm 1{,}46$; $95{,}9 \pm 1{,}62$. — In den Tabellen dieses Abschnitts sei noch auf eine Unklarheit hingewiesen. Beim Vergleich bestimmter Eigenschaften der Bastarde mit den Eltern werden „Differenzen" angegeben. Bei einer Nachprüfung kann es sich hier aber nur um den Quotienten: Differenz durch Mittleren Fehler der Differenz handeln. Wahrscheinlich liegt hier ein Mißverständnis des Übersetzers vor.

Die vegetativen Hybriden wurden auch einer zytologischen Analyse unterzogen. Nur bei Pfropfungen von Tomaten

($2n = 24$) und Nachtschatten ($2n = 72$) zeigten sich Abweichungen in der Mitose und Meiose. So wurden bei einer Kombination nur selten 24 Chromosomen festgestellt, sondern überwiegend Platten mit 26 oder niedrigeren Chromosomenzahlen. Nach dem Verf. liegen wahrscheinlich Fragmente vor. Die in der Meiose beobachteten Störungen, die unter anderem zur Bildung von Mikronukleolen führten, waren keine allgemeinen, es wurden auch normale Teilungen beobachtet. Die Schlußfolgerung des Verf., daß infolge der Pfropfung „plastische" Stoffe zu qualitativen Unterschieden der Chromosomen des betreffenden Komplexes führen, wirkt wenig überzeugend, da derartige Störungen auch ohne Pfropfung häufig beobachtet werden.

Zur biochemischen Charakteristik der vegetativen Hybriden wurde ihr Gehalt an Zucker, Askorbinsäure, Carotinoiden, Peroxydase und Polyphenoloxydase und der Säuregrad ermittelt. Es ergaben sich teilweise erhebliche Abweichungen von den reinen Elternformen. Da aber die Streubreite dieser Eigenschaften bei den Ausgangsformen nicht bekannt ist, entbehren auch diese Versuche der statistischen Sicherung und der Beweiskraft.

Auch vom Verf. wurden Periklinalchimären zwischen Tomaten und Nachtschatten nach der Methode WINKLERs hergestellt. Die Wurzeln der Chimären hatten die Chromosomenzahl der Tomaten, so daß der Kern dieser Chimäre auch vom Verf. als Tomate anerkannt wurde. Die Nachtschattenepidermis zeigte dagegen auch einige Merkmale der Tomatenepidermis und zwar besonders hinsichtlich der Form der Haare. An der von WINKLER u. a. festgestellten Tatsache, daß die sexuelle Nachkommenschaft von Periklinalchimären, sofern sie fertil sind, stets einheitlich ist und zwar von der genetischen Konstitution *des* Pfropfpartners, der die erste subepidermale Schicht bildet, konnte auch Verf. nicht vorübergehen. Doch versucht er diese Tatsache damit zu erklären, daß die vegetativen Hybriden „heterozygot" seien, d.h. die Erbanlagen beider Pfropfpartner enthalten, *daher ein Wahlvermögen in der Aneignung der Aufbaustoffe für die Samen besitzen*. Infolge dieses Wahlvermögens kommen dann auch in den Nachkommenschaften die spezifischen Eigenschaften der im Pfropfbastard vorherrschenden Komponente zur Ausbildung, so daß entweder reine Nachtschatten oder reine Tomaten entstehen. Derartige Vorstellungen zu entwickeln, hat aber keinen Sinn, solange auch die einfachsten Beweise hierfür fehlen. — Über die sexuelle Nachkommenschaft seiner Chimären macht Verf. keine Mitteilung; wahrscheinlich sind die von ihm erhaltenen Samen nicht keimfähig gewesen.

Verf. zieht aus der zytologischen Untersuchung der Störungen der Reduktionsteilung den Schluß, daß sich die Pfropfbastarde verschiedener Gattungen in keiner Weise von den sexuellen Gattungsbastarden unterscheiden. Die spärlichen von ihm mitgeteilten zytologischen Befunde berechtigen aber keineswegs zu dieser Behauptung; bzw. zeigen sie, daß Verf. doch nicht mit den zytologischen Befunden der sexuellen Gattungsbastarde eingehender vertraut ist.

Wenn auch das vorliegende Buch GLUSTSCHENKOs sich von anderen Veröffentlichungen über die „Mitschurin-Biologie", besonders von LYSSENKOs „Agrobiologie" dadurch vorteilhaft auszeichnet, daß ein größeres experimentelles Tatsachenmaterial in übersichtlicher Form mitgeteilt wird, so sind doch die mitgeteilten Befunde für die Behauptungen des Verf. über das Vorkommen vegetativer Hybriden wenig überzeugend. Besonders auf das Fehlen ausreichender und richtiger Kontrollversuche wurde bereits hingewiesen. Nachprüfungen der Versuche des Verf. durch andere Stellen haben keine Bestätigung erbracht; vielmehr konnten in den Arbeiten des Instituts für Vererbungs- und Züchtungsforschung von Prof. KAPPERT in Berlin-Dahlem Fehlerquellen in den Versuchen des Verf. aufgedeckt werden, die zu den scheinbar positiven Ergebnissen geführt haben (noch nicht publiziert).

Für eine Neuauflage möchte der Ref. dem Übersetzer den Vorschlag machen, die Übersetzung den deutschen Fachausdrücken mehr anzupassen. Bei einer zu wörtlichen Übersetzung entstehen zu leicht Mißverständnisse und Unklarheiten, wodurch die Lektüre bei der an sich oft nicht leicht verständlichen Ausdrucksweise des Autors noch weiter erschwert wird. Was ist z. B. eine Pfropftechnik für „geöffnete" Samen? Oder was ist unter einem „stammförmigen" Wuchs der Tomate zu verstehen? Wir unterscheiden im Gartenbau in Deutschland „Spalier- und Buschtomaten". Was sind „blinde" Knospen? Auf S. 59 wird von Kartoffelknollen als von „Früchten" gesprochen, die, anstatt verlängert und rosa, rund und weiß sind.

Warum wird an Stelle von „Anbautechnik" oder „Kulturtechnik" das Wort „Agrotechnik" gebraucht, das in der deutschen Fachsprache gänzlich unbekannt ist? Diese wenigen aufgeführten Beispiele mögen als Anregung aufgefaßt werden, die Übersetzung nach der angedeuteten Richtung hin zu überprüfen. KUCKUCK (Berlin-Dahlem).

Eingegangen am 19. März 1951.

Schmid, E.: Vegetationskarte der Schweiz. 4 Blätter im Maßstab 1:200000, herausgeg. von der Pflanzengeographischen Kommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft. Bern: H. Huber 1949—1951.

Der Umstand, daß sich die Pflanzendecke der Erde aus floristisch und physiognomisch annähernd homogenen Flecken, „Pflanzengesellschaften", zusammensetzt, hat seit langem dazu Veranlassung gegeben, Vegetationskarten zu entwerfen, die diesen Aufbau in ähnlicher Weise darstellen sollen, wie eine geologische Karte den Gesteinsaufbau der obersten Erdrinde wiedergibt. Die Alpenländer waren auf diesem Gebiet seit langem führend (C. SCHRÖTER 1895 u. a.). Heute verfügt man aus vielen Ländern über solche Vegetationskarten, und zwar meist über Übersichtskarten in sehr kleinem Maßstab einerseits und über besonders bezeichnende Ausschnitte (z. B. Meßtischblätter) in großem Maßstab andererseits. Karten, wie die vorliegenden, die ein großes Gebiet in einem Maßstab erfassen, durch den sie auch im Gelände als Führer gerade noch verwendbar sind, sind selten, und man wird die Schweiz zu den vier Kartenblättern um so mehr beglückwünschen können, als die drucktechnische Wiedergabe (in neun Farben und mit einer größeren Zahl von Flächensignaturen und Zeichen) ganz ausgezeichnet ist. Eine große Schwierigkeit liegt freilich darin, daß über die Grundzüge der typologischen Gliederung der Vegetation keine Einigkeit besteht. (Pflanzengesellschaften lassen sich eben bei weitem nicht so eindeutig erfassen wie Arten, — deren Umgrenzung bekanntlich auch schon schwierig genug ist.) Für den Verf. sind die wichtigsten Einheiten die „Vegetationsgürtel", die durch die Häufung von Arten eines bestimmten Arealtypus erhaltenen floristischen und unmittelbar auch vegetationskundlichen Einheiten. Er unterscheidet in der Schweiz 11 solcher Gürtel, für deren jeden (mit zwei Ausnahmen) einschließlich des zugehörigen Kulturlandes eine eigene Farbe gewählt ist. Hierdurch wird eine große Übersichtlichkeit gewonnen. Aber leider stecken in dieser Fassung noch so manche hypothetischen historisch-genetischen Momente, deren Berechtigung und Zweckmäßigkeit umstritten sind, — wenn sich auch viele Untereinheiten an den einfachen, in der Vegetation gegebenen Tatbestand erfreulicherweise eng anschließen (z. B. Flaumeichenwald, Buchen-Tannenwald, Grünerlengebüsch; daß ein mit Bergkiefern bestandenes Hochmoor der Tieflagen die gleiche Signatur erhält wie der subalpine Krummholzgürtel, ist vielleicht folgerichtig, aber ökologisch-landschaftskundlich wenig befriedigend). Darauf kann hier aber nicht näher eingegangen werden. Jeder, der einen Blick auf die Karten wirft, wird jedenfalls einsehen, daß auch derjenige, der in theoretischen Fragen anderer Meinung ist, aus ihnen viel Wertvolles herauslesen kann, und daß sie nicht zuletzt auch den vielen botanisch interessierten Besuchern der Schweiz ein willkommener Führer sein werden.

F. FIRBAS (Göttingen).

Eingegangen am 24. März 1951.

Danielli, J. F.: Cell Physiology and Pharmacology. New York, Amsterdam, London u. Brüssel: Elsevier Publishing Company, Inc. 1950. 156 S. u. 21 Abb. hfl 11.50.

Der Verf. hat in dem vorliegenden Buch auf Anregung von Prof. F. R. WINTON (London) die Gedankengänge einer Vorlesung niedergelegt. Wie man in einer solchen Vorlesung keine erschöpfende Darstellung bringt, so ist es auch der Sinn dieses Buches, in großen Zügen eindringlich auf einige der wichtigsten Faktoren der Zellphysiologie hinzuweisen, die beim Studium der Giftwirkung eine Rolle spielen können. Ganz besonders wird immer wieder die große Bedeutung der biologischen Betrachtungsweise bei der Wirkung von Giften auf die Zelle für die Auffindung neuer Medikamente betont. Bei der Auswahl der erläuternden Beispiele zieht der Verf. vielfach aktuelle Heilmittel heran.

In dem ersten Kapitel „Die Zelle als eine physikalisch-chemische Einheit" bringt der Verf. die allgemeinen Grundlagen der Zelle, wobei die Zelle als eine dynamische Einheit und nicht einfach als ein System von besonderer mikroskopischer Form dargestellt wird. Einzelne Bestandteile der Zelle

werden in ihren chemischen und physikalisch-chemischen Besonderheiten, soweit sie für die weiteren Betrachtungen grundlegend sind, in großen Zügen betrachtet. Das zweite Kapitel befaßt sich mit der möglichen Wirkung von Stoffen an Zelloberflächen, wobei unter anderem die Ionenwirkung, die Bedeutung der Dipole und Komplexbildung, die Auflösung der Zellmembran, die Wirkung von œstrogenen Stoffen auf monomolekulare Schichten (und ihre Beziehung zur œstrogenen Wirkung) unter Heranziehung von Beispielen erläutert und kritisch betrachtet wird. Die Bedeutung der Membranpermeabilität für die Giftwirkung findet im dritten Kapitel unter Beschränkung auf die wesentlichen Momente eine kritische Darstellung, bei der die Möglichkeit der einen oder andern Form der Permeabilität als grundlegender Wirkungsmechanismus für einzelne Stoffe diskutiert wird. Bei der Besprechung der Fermente und der Giftwirkung (Kapitel IV) wird in recht eindringlicher Weise die große Kompliziertheit der fermentativen Prozesse in der Zelle und die Schwierigkeit einer Festlegung des Angriffspunktes eines Giftstoffes auseinandergesetzt. Ein besonderes Kapitel (V) ist den verschiedenen Theorien über die Wirkung von Narkotika gewidmet unter Berücksichtigung der Ergebnisse neuerer Untersuchungen. Wenn man beim Aufsuchen neuer Medikamente nicht mehr auf den reinen Zufall angewiesen sein will, so ist ein eingehendes Studium der besonderen biologischen Verhältnisse in der Zelle notwendig. Unter diesem Gesichtspunkt werden im sechsten Kapitel einige Beispiele, unter anderem die Mitosegifte, die Giftwirkung auf Kern, Cytoplasma und die Gene, die Beziehungen zwischen Hormonen und Erfolgsorganen besprochen.

Der Verf. — als Zoologe, Pharmakologe und Zellphysiologe — versteht es sehr gut, die Probleme stets von den verschiedensten Gesichtspunkten weitblickend zu betrachten und auch sehr klar und anschaulich darzustellen. So bietet das Buch sehr viel Anregung. Es wäre sehr zu wünschen, wenn vor allem die angehenden Pharmakologen durch ein Studium dieses Buches die Augen für eine derartige biologische Betrachtungsweise geöffnet bekämen, anstatt sich in heute vielfach geübte grundlose Spekulationen zu verlieren. Viel unnütze Arbeit bliebe dadurch erspart. Aber auch für den physiologischen Chemiker und mindestens in einzelnen Gedanken auch für den Physiologen und Biologen wird das Buch eine Quelle einer neuen Betrachtungsweise sein. Einige Druckfehler und sinnstörende Stellen im Text (z. B. Text zu Tabelle 5 oder zu Abb. 12) lassen sich in einer Neuauflage verbessern. In dem Buch ist nahezu ausschließlich angelsächsische Literatur, diese aber bis zur jüngsten Zeit, herangezogen. Im übrigen ist es für das Wesen des Buches nicht entscheidend, ob die neuesten Forschungsergebnisse mitverarbeitet worden sind oder nicht, nachdem in erster Linie dem Leser das Grundsätzliche dieser biologischen Betrachtungsweise pharmakologischer Fragen nahegelegt werden soll.

R. Weigmann (Göttingen).

Eingegangen am 1. März 1951.

Lembke, A.: Mikroben in der Milch. Kempten-Allgäu: Süddeutsche Molkerei-Zeitung. 133 Abb. u. 192 S. DM 15.80.

Nach dem Vorwort will „dieses Büchlein die Formenmannigfaltigkeit und Schönheit der Allerkleinsten zeigen", ist also auch für den gebildeten Laien geschrieben. Man wird dem Verf. zustimmen können, daß diese Absicht vollauf erreicht ist. Die ganzseitigen Abbildungen (Format 14,8 × 21 cm) auf bestem Kunstdruckpapier sind hervorragend, ob es sich um Lupenvergrößerungen von Kolonien, um Mikrophotographien im sichtbaren Licht, im Elektronenmikroskop (diese zusammen 112 Tafeln) oder um eingestreute Tafeln mit Zeichnungen von Pilzformen (11 Tafeln) handelt. Ferner finden sich 8 Tafeln, auf denen Antony van Leeuwenhoek, Ernst Abbe, Robert Koch, Louis Pasteur abgebildet sind, dazu Elektronenmikroskop usw., ergänzt durch weitere Hinweise auf die Entwicklung der Mikrobiologie.

Hinsichtlich der elektronenoptischen Aufnahmen muß allerdings gesagt werden (was nicht nur für den vorliegenden Fall, sondern allgemein gilt), daß sie bisweilen mehr durch die Tatsache der Vergrößerung wirken als dadurch, daß viel zu erkennen wäre. Sehr wünschenswert wäre gewesen, daß jeder Tafel eine kurze Erklärung beigegeben wäre über den Namen und die Vergrößerung hinaus, was nur in Einzelfällen geschehen ist, zumal sich im Text, der auf 45 Seiten den Tafeln vorangestellt ist, nur Hinweise auf die Zeichnungstafeln finden. Einiges in diesem Text scheint dem Ref. doch bedenklich zu sein: So wenn der Frage des Pleomorphismus der Bakterien ein ungewöhnlich breiter Raum eingeräumt wird, was den Lernenden nur verwirren kann. Oder wenn bei den Aspergillaceen gesagt wird, daß sie unter æroben Bedingungen gebildeten Alkohol sofort weiter zu Säuren (Zitronensäure usw.) oxydieren, Dinge, die bei einer Neuauflage leicht zu berichtigen wären.

Obwohl nur die (im weitesten Sinne) für die Milch wichtigen Mikroorganismen berücksichtigt sind, ergibt sich doch in den Abbildungen ein geschlossenes Bild der Mikrobiologie (einschließlich der Bakteriophagen), und das Büchlein kann mit seinen schönen Abbildungen durchaus empfohlen werden.

A. Rippel-Baldes (Göttingen).

Eingegangen am 6. März 1951.

Kräusel, Richard: Die paläobotanischen Untersuchungsmethoden. Ein Leitfaden für die Untersuchung fossiler Pflanzen sowie der aus ihnen aufgebauten Gesteine in Gelände und Laboratorium. 2. verb. Aufl. Jena: Gustav Fischer 1950. VI, 98 S. u. 47 Abb. Brosch. DM 6.—.

Wer fossile Pflanzen untersuchen will, ist besonders stark abhängig von den Untersuchungsmethoden. Auch wird ja bei den Pflanzen der Vergangenheit die mikroskopische Struktur besonders stark ausgewertet. Da in deutscher Sprache kein technisches vergleichbares Werk mehr verfügbar war, wird man den vorliegenden Leitfaden, der gegenüber der ersten Auflage wenig verändert ist, sehr begrüßen. Auch die früheren Mitarbeiter (Brockmann-Wesermünde für Diatomeen und Overbeck-Bonn für Pollenanalyse) sind geblieben. Gegenüber der ersten Auflage sind die Ausführungen über Untersuchungsmethoden an Kohlen, Sporen und Torfeinschlüssen erweitert. Neu eingefügt sind z. B. die Block-Lackfilm-Methode Voigts und andere Filmmethoden. Mit Recht legt der Verf. großen Wert auf die vorbereitenden Methoden, die schon beim Sammeln im Gelände beginnen. Zimmermann (Tübingen).

Eingegangen am 12. Mai 1951.

Staub. Herausgeg. vom Staubforschungsinstitut des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften e.V. unter Beteiligung des Fachausschusses für Staubtechnik beim Verein Deutscher Ingenieure. H. 22. Düsseldorf: Deutscher Ingenieur-Verlag GmbH. 1950. 160 S. Geh. DM 9.—; bei Dauerbezug DM 8.—.

Nach einer Unterbrechung von fast 6 Jahren wird mit dem vorliegenden Heft die Schriftenreihe „Staub" weiter fortgesetzt. Das Heft enthält 4 Originalaufsätze und eine Umschau über das Schrifttum. Im ersten Aufsatz geben Buckup und Schmidt einen Überblick über den Stand der Erforschung der gesundheitsgefährlichen Staube mit besonderer Berücksichtigung der lungenschädigenden Stoffe (24 S.). Löbner behandelt Leitstaube als Hilfsmittel bei der optischen Analyse von Staubpräparaten. Das sind solche Staube, die der zu untersuchenden Staubquelle tatsächlich entstammen und an allen Stellen der Umgebung wieder gefunden werden, die unter dem Einfluß der betreffenden Staubquelle liegen, und zwar wurde die mengenmäßig am meisten und optisch am auffallendsten hervortretende Staubart zum Leitstaub gewählt. Als Beispiele werden Zinkoxyd, Brikettasche und Zement angeführt (8 S.). Der dritte Aufsatz ist der „Teknisk Tidskrift", Stockholm, entnommen. In ihm beschreiben Ljunggren und Wilner den Nife Aerosolindikator, ein Gerät zur Schnellprüfung des Staubgehalts der Luft (4 S.). Kohn und Gonell geben Schüttungskenngrößen staubförmiger (disperser) Stoffe und ihre Messung (30 S.).

Ebenso wie die Aufsätze wird besonders auch die Umschau über das Schrifttum (74 S.) gerade nach den Schwierigkeiten der Literaturbeschaffung der letzten Zeit vielen interessierten Forschern besonders erwünscht sein.

Correns (Göttingen).

Eingegangen am 7. April 1951.

Verantwortlich für den Textteil: Prof. Dr. Ernst Lamla, Göttingen. — Springer-Verlag, Berlin · Göttingen · Heidelberg.
Druck der Universitätsdruckerei H. Stürtz AG., Würzburg.

Lehrbuch der Pflanzenphysiologie

Erster Band, Zweiter Teil

Biochemie und Physiologie der sekundären Pflanzenstoffe

Von

Dr. Karl Paech

Professor an der Universität Tübingen

Mit 18 Abbildungen. IX, 268 Seiten. 1950. DM 24.—; Ganzleinen DM 26.70

Inhaltsübersicht:

Einleitung. — Allgemeine Formen des Stoffwechsels. — Die niederen Carbonsäuren. — Der Fettstoffwechsel der Pflanzen. — Die Terpenverbindungen. — Die stickstofffreien aromatischen Verbindungen. — Die stickstoffhaltigen sekundären Pflanzenstoffe. (Die Verwandten der Aminosäuren.) — Rückblick. — Literatur. — Sachverzeichnis.

Dieses Buch ist aus einer Reihe von Vorlesungen entstanden, in denen der Verfasser versucht hat, das ausgedehnte Gebiet der „sekundären Pflanzenstoffe" von einem zentralen Standpunkt aus zu behandeln. Die Betrachtung dieses mannigfachen Sondergebietes des Pflanzenstoffwechsels unter dem Blickwinkel der biologischen Zusammenhänge verspricht Aufschluß über großartige Gesetzmäßigkeiten, wie sie die vergleichende Morphologie für die Formbildung der Pflanzen aufgedeckt hat. Die sich so ergebenden Einsichten werden sich auch stark in der Praxis der Gewinnung pflanzlicher Rohstoffe und Heilmittel auswirken. Demnach ist das Ziel des Buches eine allgemeine Überschau die in der Literatur ohne Vorgänger ist, wobei jedoch bewußt auf Vollständigkeit in der Wiedergabe von Tatsachen und Literaturzitaten verzichtet und die Darstellung auf eine Auswahl von Beispielen beschränkt wird. Neben den wichtigsten grundlegenden Untersuchungen auf den einzelnen Teilgebieten sind im Literaturverzeichnis möglichst viele Arbeiten neuesten Datums nachgewiesen, von denen aus der Interessent leicht in die ältere Literatur zurückfindet.

Erster Band, Erster Teil, erscheint später

Zweiter und Dritter Band

Entwicklungs- und Bewegungsphysiologie der Pflanze

Von

Dr. Erwin Bünning

o. Professor an der Universität Tübingen

Mit 404 Abbildungen. XII, 464 Seiten. 1948. Halbleinen DM 29.70

Inhaltsübersicht:

Grundfragen: Allgemeine Grundlagen. — Überblick von den Faktoren und ihren Wirkungen. — **Aktivitätswechsel:** Die zellphysiologischen Grundlagen wechselnder Aktionsbereitschaft. — Die Ursachen des Wechselns der Aktivität. — **Wachstum, Zell- und Kernteilung:** Energetik des Wachstums. — Der Wachstumsverlauf. — Mechanismus des Wachstums. — Katalysatoren des Wachstums. — Kernwachstum, Kern- und Zellteilung. — **Die inneren Faktoren der Differenzierung:** Elementare Wechselwirkungen zwischen Zellen und Zellbestandteilen. — Erbgleichheit und -ungleichheit der somatischen Zellen. — Inäquale Teilungen. — Polarität. — Spontane Differenzierung und Musterbildung. — Die Bedeutung autonomer Veränderungen für die Determination. — Determination durch benachbarte Zellen und Gewebe. — Determinierende Hormone. — Determination durch andere Substanzen. — Förderung und Hemmung durch hormonreiche Orte, Korrelationen. — Die Stabilität der Determination. — Die Bildung spezifischer Formen aus den Zellen, Geweben und Organen. — **Die Bewegungsmechanismen:** Beziehungen zwischen Entwicklungs- und Bewegungsphysiologie. — Turgorbewegungen. — Bewegungen durch negative Wandspannungen. — Mechanismus der Bewegungen durch Plasmakontraktionen. — Bewegungen durch Ausnutzung von Oberflächenenergie. — Mechanik der Plasmaströmung. — Quellungsbewegungen. — **Die Wirkung äußerer Reize auf Bewegung und Entwicklung:** Grundprobleme der Reizwirkungen. — Wirkung mechanischer Reize. — Die Wirkung schädigender (energiereicher) Strahlenarten. — Wirkung des sichtbaren Lichts und der angrenzenden Spektralbereiche. — Temperaturwirkungen. — Die Wirkung des jahresperiodischen Wechsels äußerer Faktoren. — Wirkung der Elektrizität. — Schwerkraftwirkungen. — Wirkung chemischer Reize. — Bewegungen, bei denen die endonome Komponente stärker in den Vordergrund tritt. — Einige allgemeine Probleme der pflanzlichen Reiz- und Bewegungsphysiologie. — Nachträge. — Sachverzeichnis.

Praktikum der Zell- und Gewebephysiologie der Pflanze

Von

Dr. Siegfried Strugger

o. Professor für Botanik an der Universität Münster

(Pflanzenphysiologische Praktika, Band II)

Zweite Auflage

Mit 148 Textabbildungen. VIII, 225 Seiten. 1949. DM 24.—; Ganzleinen DM 27.60

Inhaltsübersicht:

Einleitung. **Die Präparation lebender Pflanzenzellen und Gewebe:** Zellen im natürlichen Medium. Zellen im künstlichen Medium. — **Die mikroskopische Untersuchung lebender Pflanzenzellen und Gewebe:** Die Hellfeldanalyse. Die Dunkelfeldanalyse. Die fluoreszenzmikroskopische Analyse. Das Phasenkontrastverfahren. — **Einführung in die Zytomorphologie und experimentelle Zytologie:** Lebende und tote Zellen, Zytoplasma. Der Zellkern. Die Chloroplasten. Das Vakuolensystem. — **Der plasmolytische Eingriff und seine methodische Auswertung:** Morphologie der Plasmolyse. Die quantitative Auswertung der Plasmolyse. — **Stoffaufnahme:** Intrabilität, Ionenwirkung, Grenzschichten. Die Permeabilität. Der optische Nachweis der Stoffaufnahme. Die Vitalfärbung. — **Elektrozytologie und Elektrohistologie.** — **Der Stofftransport:** Die Stoffwanderung von Zelle zu Zelle. Die Stoffwanderung in den Leitbahnen. Faszikulärer und extrafaszikulärer Transpirationsstrom. Die Stoffwanderung in den Siebröhren. — Alphabetisches Sachverzeichnis.

Seit dem Erscheinen der ersten Auflage sind 13 Jahre vergangen. In dieser Zeit hat sich die Physiologie der Pflanzenzelle durch die unermüdliche Arbeit zahlreicher Forscher ein gutes Stück weiterentwickelt. Es war daher notwendig, das Buch völlig neu zu disponieren und viele Versuche neu aufzunehmen. Verfasser war bestrebt, die Auswahl der Experimente so zu gestalten, daß sie mit einfachen behelfsmäßigen Mitteln zum größten Teil durchgeführt werden können.

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

Iso-Debyeflex der neue

Röntgenapparat mit kontinuierlich konstanter Gleichspannung für Feinstruktur-Untersuchungen

in Verbindung mit Interferenz-Goniometer und Zählrohrgerät mit Universal-Registriergerät

Rich. Seifert & Co. Hamburg 13

Röntgenwerk

Mathematiker, der über große Erfahrungen in der Auswertung biologischer Versuchsreihen verfügt, zum baldigen Eintritt von Institut der Industrie gesucht.

Angebote mit handschriftlichem Lebenslauf, Zeugnisabschriften und Angabe von Gehaltsansprüchen erbeten unt. S.U. 6541 an WEFRA, Frankfurt/M., Untermainkai 12

Werbung mit Erfolg

durch Anzeigen in der Zeitschrift

„Die Naturwissenschaften"

Springer-Verlag · Anzeigenabteilung
Berlin W 35, Reichpietschufer 20

Versuch einer Ontologie der Persönlichkeit

Von

Manfred Thiel

Erster Band:

Die Kategorie des Seinszusammenhanges und die Einheit des Seins

XXIII, 635 Seiten. 1950. DM 27.—; Ganzleinen DM 29.70

Inhaltsübersicht in Hauptteilen:

1. Teil: **Vernunft und Dialektik in der Philosophie.** — 2. Teil: **Das Problem des Raumes.** — 3. Teil: **Das Problem der Genese.** — 4. Teil: **Das Problem der Zeit.** — 5. Teil: **Die Handlung und das Problem des Wertes.** — 6. Teil: **Grundlage der Moralität.** — 7. Teil: **Das Persönlichkeitsideal.** — 8. Teil: **Der europäische Wertraum und die Welt.**

Mit diesem Buch wird der erste Band eines insgesamt dreibändigen ontologischen Werkes vorgelegt, mit dem sich erstmals eine jüngere Generation nach dem zweiten Weltkrieg auf umfassende Weise philosophisch zum Ausdruck bringt. Das Problem des Zusammenhanges wird als Zentralproblem des Philosophierens schlechthin aufgegriffen. Über umfassende Analysen von Raum, Zeit und Genese wird das Problem des Zusammenhanges verfolgt, mündend im menschlich-moralischen Bereich, um in ihm als zusammenschließendes Denken einzuholen, was für menschliches Dasein als konstitutive Bedingung nachgewiesen wird. In Abwehr des Philosophierens der älteren Generation, die sich in den mannigfaltigen Formen der Existenz- und Existentialphilosophie sowie sog. kritischer Ontologie ausformuliert hat, faßt ein ursprüngliches Denken wieder die Aufgabe, die nach Hegel aus dem Blick geraten ist. Im ausführlichen Hindurchgehen durch die vielfältigen Bereiche der Wissenschaft gewinnt wieder der systematisch-konstruktive Vollzug eines umfassend-verbindlichen Wirklichkeitsbewußtseins Prägnanz, wie er jener Generation fehlte, deren Gang in die Katastrophe einerseits als Verlust des Wirklichkeitskontaktes und andererseits als Unvermögen zu einer echten Ordnungsverbindlichkeit des Daseins beurteilt wird. Es ist ein Buch, dessen unerbittlicher, alle Verschleierung ablehnender Wahrheitswille in der Fülle der Probleme und neuartigen Sichtweisen die Wissenschaftler anspricht, den Menschen der Gegenwart aber insgesamt vor die Unausweichlichkeit einer rückhaltlosen Selbstbesinnung stellt. Der Mensch steht im Mittelpunkt alles Anliegens. Damit aber ist diese Ontologie weit entfernt, lediglich eine Anthropologie zu sein. Was mit dem Stil der älteren Metaphysik bis in die äußerste Konsequenz eines Nihilismus preisgegeben werden mußte, das wird hier wieder lebendige Wahrheit der Gesamtwirklichkeit als Deutung aus dem Menschsein selber, das sich in sich selbst konsequent macht. Ein Werk von exzeptionellem Format der Problementfaltung und ungemeiner konstruktiver Kraft, das zugleich in die Aktualität gegenwärtiger Geschichtssituationen vorstößt.

Die weiteren Bände werden behandeln:

Zweiter Band: **Philosophie der Unmittelbarkeit**

Dritter Band: **Philosophie der Gegenwärtigkeit**

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

Diesem Heft liegt ein Prospekt bei vom Springer-Verlag, Berlin · Göttingen · Heidelberg.

Herausgeber und verantwortlicher Redakteur: Professor Dr. Ernst Lamla, Göttingen. — Verantwortlich für den Anzeigenteil: Hans-Georg-Halfter, Berlin W 35, Reichpietschufer 20. — Springer-Verlag, Berlin · Göttingen · Heidelberg. — Druck der Universitätsdruckerei H. Stürtz AG., Würzburg. — Printed in Germany.